

Aus der Städtischen Kinderklinik Berlin-Charlottenburg
Ärztl. Direktor: Professor Dr. med. Heinrich Wiesener

Bestimmung der Kreislaufzeit
bei Kindern und Säuglingen
mit der Farbstoffverdünnungsmethode

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jürgen Laucken
aus Berlin

1967

Aus der Städtischen Kinderklinik Berlin-Charlottenburg
Ärztl. Direktor: Professor Dr. med. Heinrich Wiesener

Bestimmung der Kreislaufzeit
bei Kindern und Säuglingen
mit der Farbstoffverdünnungsmethode

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jürgen Laucken
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Hans Wolfgang S p i e r

Referent: Professor Dr. med. Heinrich W i e s e n e r

Korreferent: Professor Dr. med. Max S c h w a b



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 20. November 1967

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
A. Einleitung	1
B. Eigene Untersuchungen	2
I. Methodik	2
II. Ergebnisse	6
1.) Physiologische Erscheinungszeit aller Kinder und Säuglinge	6
2.) Erscheinungszeit und der Quotient Verdünnungszeit/Konzentrationszeit in den einzelnen Altersgruppen (Gruppe V bis Gruppe I)	8
3.) Konzentrations- und Verdünnungszeit	20
4.) Die Quotienten Konzentrationszeit/ /Erscheinungszeit und Verdünnungszeit/Erscheinungszeit	21
5.) Vergleich der 3 Orte der Farbstoff- injektion	23
6.) Verlangsamung der Herzfrequenz nach intravenöser Injektion von Methy- lenblau	25
C. Diskussion	26
D. Zusammenfassung	40
E. Erklärung der Abkürzungen	41
F. Zusammenstellung aller Farbstoffverdünnungs- kurven in Tabellen	42
G. Literaturverzeichnis	48



Digitized by the Internet Archive
in 2026

EINLEITUNG

In den vergangenen 15 Jahren haben zahlreiche Untersuchungen darauf hingewiesen, daß die Farbstoffverdünnungsmethode (FVM) mit peripherer Farbstoffinjektion in der Kreislaufdiagnostik der Erwachsenen als orientierende Voruntersuchung gut anwendbar ist. Wegen der Häufigkeit skizidenteller Geräusche im Kindesalter könnte diese einfache und ungefährliche Untersuchungsmethode zur Unterscheidung der funktionellen oder organischen Ursache eines Geräusches auch in der Kinderheilkunde von Nutzen sein.

Über ein größeres pädiatrisches Untersuchungsgut haben bisher erst wenige Autoren berichtet (2,24,29). Die Kreislaufzeit der Kinder ist kürzer als die der Erwachsenen und ihre Farbstoffverdünnungskurven (FVK) verlaufen steiler (2,3,22,24). K a m a r á s (29) hat bei Kindern im Alter von 4 bis 14 Jahren mit der FVM deutlich kürzere Werte der Kreislaufzeit gemessen, als andere Untersucher sie mit der Decholin- oder der Fluoreszeinmethode festgestellt hatten. Er führt das auf die größere Empfindlichkeit der FVM zurück.

Um die Tauglichkeit der FVM für die Herzdiagnostik beurteilen zu können, ist es zunächst nötig, die Form der FVK bei physiologischen Kreislaufverhältnissen zu kennen. In der vorliegenden Arbeit bestimmten wir bei kreislaufgesunden Kindern und Säuglingen mit der FVM die Durchschnittswerte der Erscheinungszeit (EZ), der Konzentrationszeit (KZ) und der Verdünnungszeit (VZ) und deren Quotienten. Dabei versuchten wir, diese Methode durch Veränderungen der Technik und der Auswertung den kindlichen Verhältnissen anzupassen, und untersuchten, unter welchen Bedingungen die FVM auch bei jüngeren Kleinkindern und Säuglingen anwendbar ist. (Inzwischen haben A p i t z und B e u r e n Untersuchungen mit der FVM bei Kindern unter 2 Jahren veröffentlicht (2)).

Durch den Vergleich verschiedener Altersgruppen verfolgen wir die Veränderungen der FVK im Laufe der Entwicklung des Kindes von 1 Monat bis unter 17 Jahre.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

M e t h o d i k

Dieser Arbeit liegen 252 FVK von 63 kreislaufgesunden Kindern und Säuglingen zugrunde. Wir unterschieden 5 Altersgruppen:

Gruppe I	:	1 Monat	bis unter	6 Monate
"	II :	6 Monate	" "	1 Jahr
"	III:	1 Jahr	" "	5 Jahre
"	IV :	5 Jahre	" "	11 Jahre
"	V :	11 Jahre	" "	17 Jahre

Bei den Kindern über 4 Jahren injizierten wir den Farbstoff in die Vena basilica oder die Vena mediana cubiti des leicht abduzierten waagerecht ruhenden Armes des liegenden Kindes. Die Vena cephalica ist nach R. H e g g l i n für die Farbstoffinjektion weniger geeignet (22). Mehrere Untersucher fanden, daß die FVM mit peripherer Farbstoffinjektion an Zuverlässigkeit gewinnt, wenn der Farbstoffabfluß aus der Vene künstlich beschleunigt wird (2,8,11,22,24,25). Wie von ihnen empfohlen wird, haben wir bei einem Teil der Kinder entweder gleich nach der Farbstoffinjektion den Arm bis zur Senkrechten angehoben (22,24,37,39) oder durch einen Dreiwegehahn sofort 10 ml einer physiologischen Kochsalzlösung nachinjiziert (14,25,32) oder die Farbstoffinjektion in der Phase der reaktiven Hyperämie nach einer 4-minütigen arteriellen Stauung durchgeführt (8,11,24,25). Bei Kindern unter 4 Jahren injizierten wir den Farbstoff, mit geringerem Alter in steigendem Maße, auch in eine möglichst starke Handrückenvene oder Temporalvene (Vena temporalis superficialis oder Vena retroauricularis).

Als Farbstoff verwendeten wir eine 2%ige Methylenblaulösung, die wir aus einer graduierten Tuberkulinspritze je nach der Größe des Kindes durch verschieden große Kanülen (Nr.1, 2 oder 12) stoßartig in weniger als 1 Sekunde in die Vene injizierten (22,30).

Die FVK wurden an der mit Finalgon hyperämisierten Ohrmuschel mit der Ohreinheit und dem Universal-Oxymeter oder dem Doppel-Oxymeter der Atlas-Werke/Bremen auf photoelektrischem Wege gemessen. Registriert wurden die FVK mit dem optisch schreibenden Registriergerät R1 der Firma Technomed/Berlin bei einem Filmvorschub von 10 mm/sec. Bei Kindern unter 3 Jahren befestigten wir die Ohreinheit nicht mit dem Stirnband, sondern hielten sie mit der Hand in einer möglichst günstigen Position; dadurch war auch bei den jungen Säuglingen die Ohrmuschel stets groß genug, um den Raum zwischen der Lichtquelle und den Photoelementen ganz auszufüllen. Bei der Farbstoffinjektion in eine Temporalvene befand sich die Ohreinheit jeweils auf der Seite der Injektion.

Der maximal mögliche Kurvenausschlag betrug 100 mm. FVK, die kleiner als 30 mm ausfielen, werteten wir nicht aus, weil sie oft nur ungenau auszumessen sind und nach H e g g l i n (22) manchmal eine etwas verlängerte EZ aufweisen. Der Zeitpunkt der Farbstoffinjektion wurde auf dem Film durch ein Lichtsignal festgehalten. Die Zeitmarkierungen am unteren Rand des Filmes stehen in einem Abstand von 2 Sekunden. Abweichend von der üblichen Darstellung ist bei unseren FVK der Ausschlag nach oben gerichtet, weil wir die Grundlinie in der Nähe der Zeitschreibung haben wollten. Die Auswertung der FVK wird dadurch nicht beeinträchtigt.

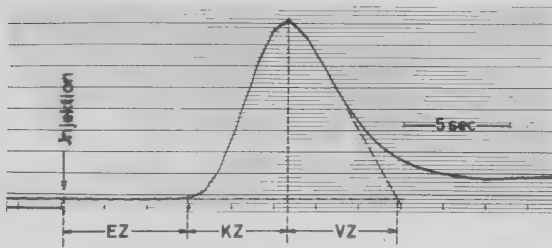
Da zur Bestimmung der Kreislaufzeit vor allem die Kurvenform wichtig ist (6,22,24,27,28), verzichteten wir auf eine quantitative Eichung der FVK und nutzten bei beiden Geräten die maximale Verstärkung aus, um mit einer möglichst geringen Farbstoffmenge auszukommen. Die größte

Farbstoffmenge, die wir für eine einzelne Injektion benötigten, um eine genügend große FVK zu erhalten, betrug 1,5 ml bei einem 12-jährigen Kind, die kleinste Menge 0,04 ml bei einem 6 Wochen alten Säugling. Meist schrieben wir in einer Sitzung beim selben Kind nacheinander mehrere FVK in Abständen von wenigen Minuten. Bei einigen Kindern wiederholten wir den Test nach jeweils frühestens 24 Stunden ein- bis zweimal, zum Teil mit anderem Injektionsort (Cubital-, Handrücken- oder Temporalvene). Die Kinder nahmen ihre Morgenmahlzeit zwischen 8 und 9 Uhr ein. Wir führten unsere Untersuchungen in der Regel vormittags zwischen 10 und 12 Uhr durch.

Infolge des Schmerzes der Venenpunktion und des hyperämisierten Ohres, durch das Festhalten des Kindes in einer bestimmten Lage oder aus Angst vor der Untersuchung waren die Kinder oft erregt. Da auch nach längerem Ruhen vor dem Test, wie es bei Erwachsenen üblich ist, meist keine Beruhigung des Kreislaufs eintrat, ließen wir die Kinder vor dem Versuchsbeginn nur etwa 10 Minuten still liegen. Bei einem Teil der Säuglinge versuchten wir, durch die orale Gabe von 2 bis 4 mg Promethazin je kg Körpergewicht 1 bis 2 Stunden vor dem Test die Abwehrreaktionen zu dämpfen. Trotzdem gelang es oft nicht, die weinenden Kinder zu beruhigen, sodaß die Untersuchungen zum Teil bei starker motorischer, respiratorischer und seelischer Erregung vorgenommen werden mußten. Wir bemühten uns dann, mit der Farbstoffinjektion eine relativ ruhige Phase abzapfen und durch eine größere Anzahl von FVK den Befund nach Möglichkeit zu sichern.

Die Abbildung 1 zeigt eine normale FVK und ihre Unterteilung in die einzelnen Abschnitte. Die EZ wird vom Zeitpunkt der Farbstoffinjektion bis zum ersten sichtbaren Ansteigen der Grundlinie gemessen. Sie ist die Zeit, die die schnellsten Farbstoffteilchen auf dem kürzesten Weg vom Injektions- zum Registrierort benötigen

(35). Der Konzentrationsschenkel ist der auf die EZ folgende ansteigende Kurventeil. Er entspricht der zunehmenden Farbstoffkonzentration am Registrierort. Seine Dauer ist die KZ. Der Verdünnungsschenkel ist der hinter dem Gipfel abfallende Teil: der Farbstoff verläßt mit dem Blut wieder die Ohrmuschel. Die VZ erhält man, indem man an den geraden Abschnitt des Verdünnungsschenkels die Tangente legt, diese bis zur Grundlinie verlängert und die Zeit vom Schnittpunkt dieser beiden Geraden bis zum Kurvenmaximum mißt. FVK, die nicht diese regelmäßige Form besitzen, bezeichnen wir als "deformierte" FVK (Abb.12 und 14).



FVK 70c

Abb.1: FVK eines 11-jährigen kreislaufgesunden Jungen.

Unsere Untersuchungen kreislaufgesunder Kinder sollen die Anwendungsmöglichkeiten der FVM in der Kreislaufdiagnostik erweitern. Deshalb untersuchten wir vor allem jene Größen der FVK, die andere Autoren an Erwachsenen und zum Teil auch an Kindern bei pathologischen Kreislaufverhältnissen verändert gefunden haben. Das sind besonders die EZ und der Quotient VZ/KZ (2,7,9,15,21,22, 26,27,28,32,33,34,36,37,38). Doch werden auch die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ verwendet (2,7,22,26,27,28,29,33).

Mittelwerte und Streuung berechneten wir nach folgenden Formeln:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad s = \pm \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n - 1}} \quad (19)$$

x = Einzelwert

s = Streuung

$\bar{x}$ = Mittelwert

n = Anzahl der Einzelwerte

Den niedrigsten und den höchsten Wert setzten wir in Klammern. Wir berichten über alle FVK; die ausgewerteten FVK stellen keine Auswahl dar. Die abgebildeten FVK sind im Verhältnis 1 : 2,5 verkleinerte Reproduktionen der Originalkurven. Anhand der Nummern neben den Abbildungen sind die betreffenden FVK in den Tabellen am Ende der Arbeit zu finden.

E r g e b n i s s e

Physiologische EZ aller Kinder und Säuglinge.

Die EZ bestimmten wir für alle Kinder gemeinsam, weil die Anzahl der Kinder je Altersgruppe gering ist und weil auf diese Weise die Veränderlichkeit der EZ besser zum Ausdruck kommt.

Periphere Störungen können leicht zu einer Verlängerung, aber kaum zu einer Verkürzung der EZ führen (siehe Diskussion). Deshalb nahmen wir an, daß die kürzeste EZ jedes Kindes den wirklichen Kreislaufverhältnissen am besten entspricht und verwendeten nur diese Zeit für die Ermittlung der physiologischen EZ (27,28). Alle mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses (siehe Methodik, Seite 2) erzielten FVK und die bei kleinen Kindern große Zahl der FVK mit schwankender Grundlinie (unruhiges, ungleichmäßig atmendes Kind) ließen wir unberücksichtigt, weil auch hier die EZ oft peripher verfälscht ist. Nach Ausschluß der genannten FVK blieben für die Bestimmung der durchschnittlichen EZ für die Farbstoffinjektion in eine Cubital- oder Temporalvene 43 FVK von 28 Kindern und 15 Säuglingen.

Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigte sich, daß die Körpergröße und die Pulsfrequenz die EZ stärker beeinflussen als das Alter. Noch geringer war die Streubreite der EZ, wenn man sie zu dem Quotienten Körpergröße/Pulsfrequenz (K/P) in Beziehung setzte. Da die Aussagekraft einer gemessenen EZ umso größer ist, je weniger die

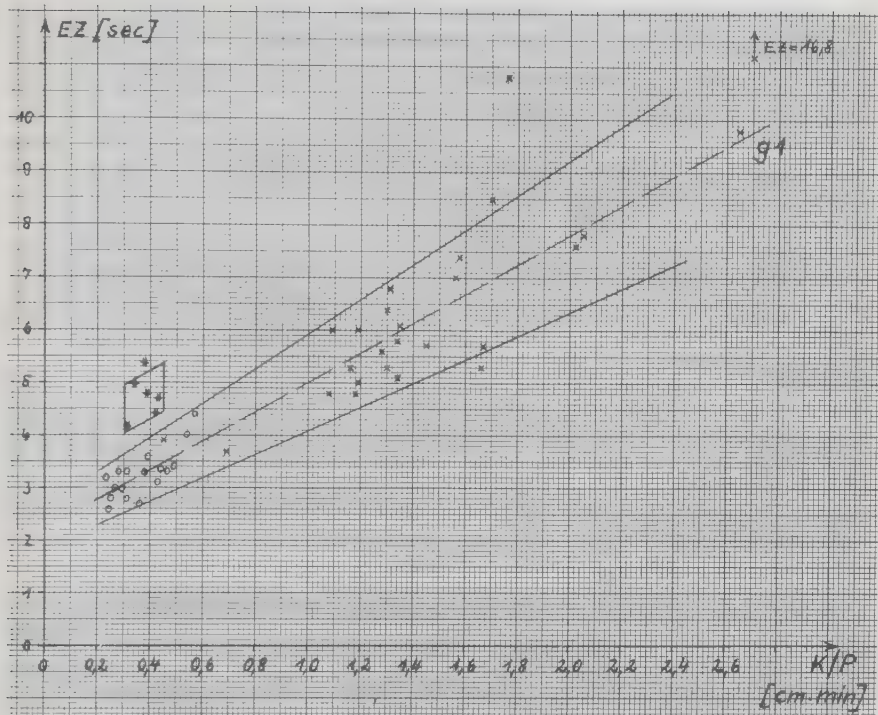


Abb.2: "Normalbereich" der EZ für die Farbstoffinjektion in eine Cubital- oder Temporalvene. Das Parallelogramm gilt für die Farbstoffinjektion in eine Handrückenvene.

x = der Farbstoff wurde in eine Cubitalvene, o = in eine Temporalvene, h = in eine Handrückenvene injiziert.

Normalwerte im betreffenden Bereich streuen, stellten wir die EZ nicht wie üblich in Abhängigkeit vom Alter, sondern vom Quotienten K/P dar (Abb.2). Dabei wählten wir die Grenzen unserer EZ so, daß sie einerseits möglichst viele Punkte zwischen sich faßten, aber andererseits der Bereich nicht zu groß wurde. Obwohl wir diesen Bereich für die EZ willkürlich festgelegt haben und er jederzeit korrigiert werden kann, wollen wir ihn der Einfachheit wegen als "Normalbereich" bezeichnen. Der

Normalbereich gilt für Farbstoffinjektionen in die Cubital- und die Temporalvenen. Die Pulsfrequenz bestimmten wir durch Ausmessen der pulssynchronen Wellen eines mehrere Zentimeter langen Abschnittes der Grundlinie vor Beginn der eigentlichen FVK.

Mit Injektion in eine Handrückenvene erzielten wir nur wenige verwertbare FVK, darunter keine mit ruhiger Grundlinie. Die meisten dieser FVK liegen bei $K/P = 0,30$ bis $0,45$. Deshalb berechneten wir für diesen Bereich aus allen nicht deformierten FVK mit einem Quotienten $VZ/KZ = 1,0$ bis $1,5$ - diese FVK sind vermutlich am wenigsten peripher gestört (siehe Diskussion) - Mittelwert und Streuung (Parallelogramm in Abb.2). Es handelt sich dabei um 6 FVK von 1 Kleinkind und 4 Säuglingen: $EZ = 4,7 \pm 0,45$ ($4,1$ bis $5,4$). Dieses Untersuchungsgut ist klein und die ermittelte EZ kann nur ungefähr als Anhalt dienen.

EZ und der Quotient VZ/KZ in den einzelnen Altersgruppen

Bei unseren Untersuchungen fanden wir den diagnostisch wichtigen Quotienten VZ/KZ durch die bei Kindern zahlreichen störenden peripheren Einflüsse oft erheblich verändert. Besser als die Mittelwerte zu berechnen, schien es uns deshalb, die FVK nach der Größe ihres Quotienten VZ/KZ in 3 Gruppen einzuteilen: FVK mit einem Quotienten $VZ/KZ = 1,0$ bis $1,5$, $VZ/KZ = 1,6$ bis $1,7$ und VZ/KZ über $1,7$. Daneben haben wir auch Mittelwert und Streuung des Quotienten VZ/KZ angegeben.

Gruppe V (11 Jahre bis unter 17 Jahre)

Für diese Gruppe schrieben wir bei 11 Kindern 40 FVK, davon 14 FVK bei 5 Kindern mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses:

Bei 6 FVK hoben wir den Arm gleich nach der Farbstoffinjektion bis zur Senkrechten hoch,

bei 6 FVK injizierten wir den Farbstoff in der Phase der reaktiven Hyperämie,
bei 2 FVK injizierten wir sofort nach der Farbstoffinjektion 10 ml einer physiologischen Kochsalzlösung nach.

Tab.1: Aufteilung aller 40 FVK der Gruppe V nach den angegebenen Kriterien. "EZ i.N." = die EZ der betreffenden FVK liegt innerhalb des Normalbereiches der Abbildungen 2 und 3, "EZ a.N." = die EZ liegt außerhalb dieses Normalbereiches. "ohne Beschl." beziehungsweise "mit Beschl." = die FVK wurde ohne beziehungsweise mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses erzielt.

	ohne Beschl.		mit Beschl.	
	EZ i.N.	EZ a.N.	EZ i.N.	EZ a.N.
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	16	4	10	4
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	-	-	-	-
VZ/KZ über 1,7	-	-	-	-
deformierte FVK	1	5	-	-

Der Quotient VZ/KZ aller nicht deformierten FVK:

$$1,31 \pm 0,14 (1,0 \text{ bis } 1,5),$$

und für den niedrigsten Quotienten VZ/KZ jedes Kindes:

$$1,21 \pm 0,11 (1,0 \text{ bis } 1,4).$$

Aus Tabelle 1 und Abbildung 3 ist zu ersehen, daß der Quotient VZ/KZ aller nicht deformierten FVK 1,0 bis 1,5 beträgt. Bei 5 von 6 deformierten FVK liegt die EZ außerhalb des Normalbereiches der Abbildungen 2 und 3. Keine der mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses erzielten FVK ist deformiert.

Von den nicht deformierten FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses beträgt die Differenz zwischen der längsten und der kürzesten EZ jedes Kindes im Durchschnitt 1,0 (0,6 bis 1,8) sec. Die kürzeste EZ der FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses ist durch-

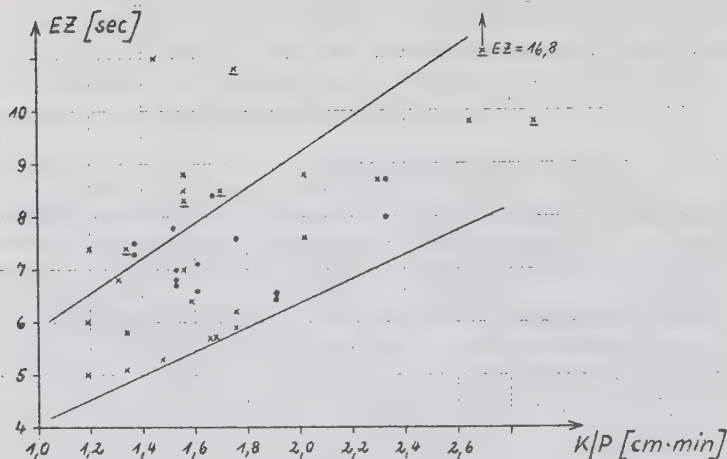


Abb.3: EZ aller FVK der Gruppe V und der Normalbereich der EZ aus Abbildung 2. x = FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses, • = FVK mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses, x = deformierte FVK.

schnittlich um 1,3 (-0,5 bis +3,4) sec länger als die kürzeste EZ der FVK mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses des selben Kindes. Von 2 Kindern erhielten wir nur mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses nicht deformierte FVK; allerdings schrieben wir bei beiden jeweils nur 1 FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses. Bei 3 Kindern können wir den Quotienten VZ/KZ der FVK mit Beschleunigung mit denen ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses des selben Kindes vergleichen: bei 2 Kindern sind die niedrigsten Werte dieses Quotienten mit beiden Verfahren gleich, beim dritten Kind liegt der niedrigste Quotient VZ/KZ ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses bei 1,4 und mit Beschleunigung bei 1,1.

Gruppe IV (5 Jahre bis unter 11 Jahre)

In diesem Abschnitt berichten wir über 32 FVK von 11 Kindern, davon 10 FVK von 5 Kindern mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses:

- Bei 4 FVK hoben wir den Arm gleich nach der Farbstoffinjektion bis zur Senkrechten hoch,
- bei 5 FVK injizierten wir den Farbstoff in der Phase der reaktiven Hyperämie,
- bei 1 FVK injizierten wir sofort nach der Farbstoffinjektion 10 ml einer physiologischen Kochsalzlösung nach.

Tab.2: Aufteilung aller 32 FVK der Gruppe IV. Bedeutung der Abkürzungen wie in Tabelle 1.

	ohne Beschl.		mit Beschl.	
	EZ i.N.	EZ a.N.	EZ i.N.	EZ a.N.
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	12	3	9	-
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	2	-	1	-
VZ/KZ über 1,7	3	1	-	-
deformierte FVK	-	1	-	-

Der Quotient VZ/KZ aller nicht deformierten FVK:

$$1,44 \pm 0,23 (1,1 \text{ bis } 2,1),$$

und für den niedrigsten Quotienten VZ/KZ jedes Kindes:

$$1,26 \pm 0,12 (1,1 \text{ bis } 1,5).$$

Bei 7 FVK ist der Quotient VZ/KZ größer als 1,5, bei den FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses häufiger als bei denen mit Beschleunigung (Tab.2). Die am deutlichsten verlängerte EZ gehört der einzigen deformierten FVK dieser Gruppe an (Abb.4).

Die Differenz zwischen der längsten und der kürzesten EZ aller nicht deformierten FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses jedes Kindes beträgt im Durchschnitt

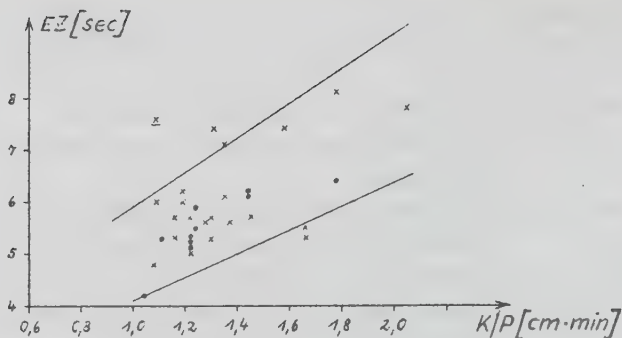


Abb.4: EZ aller FVK der Gruppe IV und der Normalbereich der EZ aus Abbildung 2. Bedeutung der Zeichen wie in Abbildung 3.

0,3 (0,0 bis 1,0) sec. Die kürzeste EZ der FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses ist um durchschnittlich 0,9 (-0,5 bis +1,9) sec länger als die kürzeste EZ der FVK mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses des selben Kindes. Von 5 Kindern besitzen wir FVK mit und ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses; bei ihnen ist der niedrigste Quotient VZ/KZ der FVK mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses im Mittel um 0,2 kleiner als der niedrigste Quotient VZ/KZ der FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses des selben Kindes.

Gruppe III (1 Jahr bis unter 5 Jahre)

Diese Gruppe umfaßt 47 FVK von 14 Kindern. Die Technik der Beschleunigung des Farbstoffabflusses wendeten wir bei Kindern unter 5 Jahren nicht mehr an. Statt dessen versuchten wir, die Zuverlässigkeit der FVM durch die Wahl anderer Injektionsorte zu verbessern:

Bei 21 FVK injizierten wir den Farbstoff wie
bisher in eine Cubitalvene,

bei 7 FVK in eine möglichst kräftige Handrückenvene,

bei 19 FVK in eine möglichst starke Temporalvene.

Bei den Kindern unter 5 Jahren wurde der Farbstoffverdünnungstest dadurch erschwert, daß diese Kinder durch Zuspruch meist nicht mehr zu beruhigen waren. Sie weinten oft, mußten festgehalten werden, weil sie sich gegen die Untersuchung wehrten, und auch wenn sie allein stilllagen, waren sie doch seelisch erregt und atmeten unregelmäßig. Die Grundlinie der FVK ruhig atmender Kinder verläuft, wenn man von den regelmäßigen pulssynchronen Wellen absieht, gerade. Weinen oder auch nur ungleichmäßiges oder leicht gepreßtes Atmen erzeugen an der Grundlinie der FVK unregelmäßige Schwankungen, die man bei gleichzeitiger Beobachtung des Kindes und des Oxygrometers den Atemzügen des Kindes zuordnen kann (Abb.7,9, 10,12 und 14). Wir bezeichnen diese Schwankungen deshalb als "respiratorische Schwankungen". Die respirato-

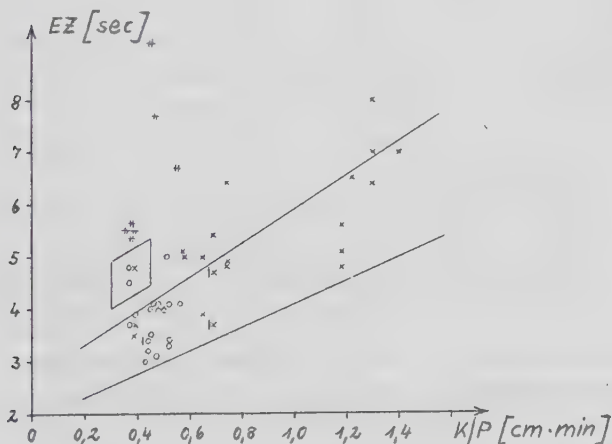


Abb.5: EZ aller FVK der Gruppe III und der Normalbereich der EZ aus Abbildung 2. x = der Farbstoff wurde in eine Cubitalvene, # = in eine Handrückenvene, o = in eine Temporalvene injiziert. ix und io = FVK ohne respiratorische Schwankungen.

Tab.3: Aufteilung der 39 FVK der Gruppe III mit einem Quotienten K/P unter 1,0. "FVK ohne r.S." = FVK ohne respiratorische Schwankungen, "FVK mit r.S." = FVK mit respiratorischen Schwankungen. Bedeutung von "EZ i.N." und "EZ a.N." wie in Tabelle 1. Bei der Farbstoffinjektion in eine Handrückenvene bezogen wir die Angaben "EZ i.N." und "EZ a.N." auf den Bereich, den wir in den Abbildungen 2 und 5 für die Handrückenvenen angegeben haben (Parallelogramm).

	FVK ohne r.S.		FVK mit r.S.	
	EZ i.N.	EZ a.N.	EZ i.N.	EZ a.N.
Temporalvene:				
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	1	-	11	3
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	-	-	2	-
VZ/KZ über 1,7	-	-	1	-
deformierte FVK	-	-	1	-
Cubitalvene:				
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	2	-	2	2
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	-	-	-	1
VZ/KZ über 1,7	-	-	-	-
deformierte FVK	-	-	3	3
Handrückenvene:				
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	-	-	-	2
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	-	-	-	-
VZ/KZ über 1,7	-	-	-	1
deformierte FVK	-	-	-	4

rischen Schwankungen, die sich theoretisch dem gesamten Kurvenverlauf überlagern, sind wegen ihres geringen Ausmaßes während des Konzentrations- und des Verdünnungsschenkels manchmal kaum zu erkennen (Abb.7). Oft verändern sie aber auch die auf- oder absteigenden Kurvenanteile: Kleinere Formveränderungen, von denen wir meinen, sie seien eindeutig auf die Überlagerung respiratorischer Schwankungen zurückzuführen, werteten wir nicht als Deformierungen (Abb.9 und 10); stärker ver-

formte FVK zählten wir zu den deformierten (Abb.12 FVK 29c).

Die 8 Punkte der Abbildung 5 mit einem Quotienten K/P über 1,0 stammen von 2 ruhigen 4-jährigen Kindern mit einer Pulsfrequenz nicht über 90 pro Minute. Die Pulsfrequenz eines weiteren 4-jährigen und aller jüngeren Kinder lag infolge der Erregung über 130 pro Minute. Die FVK der erregten Kinder können vielfältig peripher gestört sein und sind nicht mit den 8 FVK der beiden ruhigen Kinder vergleichbar, die wir deshalb in der Besprechung vorwegnehmen: Bei der FVK mit der stark verlängerten EZ beträgt der Quotient VZ/KZ 2,0. Der Quotient VZ/KZ der anderen 7 FVK liegt zwischen 1,3 und 1,5.

Aus Abbildung 5 und Tabelle 3 ist zu ersehen, daß von den 39 FVK mit einem Quotienten K/P unter 1,0 nur 3 keine respiratorischen Schwankungen aufweisen. Die EZ dieser 3 FVK liegt im Normalbereich und ihr Quotient VZ/KZ zwischen 1,0 und 1,5. FVK mit respiratorischen Schwankungen besitzen oft eine verlängerte EZ. Wurde der Farbstoff in eine Cubital- oder eine Handrückenvene injiziert, waren EZ außerhalb des Normalbereiches und deformierte FVK häufiger als bei der Farbstoffinjektion in eine Temporalvene.

Der Quotient VZ/KZ aller nicht deformierten FVK:

$$1,44 \pm 0,19 \text{ (1,1 bis 2,0),}$$

und für den niedrigsten Quotienten VZ/KZ jedes Kindes:

Injektionsort	VZ/KZ = 1,0 bis 1,5		VZ/KZ über 1,5	
	n	x bzw. $\bar{x} \pm s$	n	x
Temporalvene	6	$1,32 \pm 0,15$	1	1,7
Cubitalvene	3	$1,34 \pm 0,06$	1	1,7
Handrückenvene	2	1,1 und 1,3	-	-

Nur in dieser Gruppe waren bei 2 Kindern alle FVK eines Tests deformiert: Einmal mit der Farbstoffinjektion in eine Handrückenvene, das andere Mal in eine Cubitalvene. Bei dem ersten Kind wiederholten wir den Test nicht, bei dem zweiten Kind erzielten wir mit der Farbstoffinjektion

in eine Temporalvene eine normal geformte FVK mit einem Quotienten VZ/KZ von 1,4.

Die Differenz der EZ mehrerer FVK des selben Kindes berechneten wir wegen des starken Einflusses der Atmung bei den Kindern unter 5 Jahren nicht mehr.

Gruppe II (6 Monate bis unter 12 Monate)

Diese Gruppe enthält 58 FVK von 13 Säuglingen:

- Bei 8 FVK injizierten wir den Farbstoff in eine Cubitalvene,
- bei 9 FVK in eine Handrückenvene,
- bei 41 FVK in eine Temporalvene.

Tab.4: Aufteilung aller 58 FVK der Gruppe II. Bedeutung der Abkürzungen wie in den Tabellen 1 und 3.

	FVK ohne r.S.		FVK mit r.S.	
	EZ i.N.	EZ a.N.	EZ i.N.	EZ a.N.
Temporalvene:				
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	11	-	9	4
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	-	-	5	1
VZ/KZ über 1,7	-	-	-	1
deformierte FVK	-	-	3	7
Cubitalvene:				
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	2	-	-	1
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	-	-	-	-
VZ/KZ über 1,7	-	-	-	1
deformierte FVK	-	-	3	1
Handrückenvene:				
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	-	-	5	-
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	-	-	1	1
VZ/KZ über 1,7	-	-	-	-
deformierte FVK	-	-	-	2

Der Quotient VZ/KZ aller nicht deformierten FVK:

$$1,43 \pm 0,19 \text{ (1,0 bis 1,9),}$$

für die 13 FVK ohne respiratorische Schwankungen:

$$1,38 \pm 0,13 \text{ (1,0 bis 1,5),}$$

und für den niedrigsten Quotienten VZ/KZ jedes Kindes:

Injektionsort	VZ/KZ = 1,0 bis 1,5		VZ/KZ über 1,5	
	n	x bzw. $\bar{x} \pm s$	n	x
Temporalvene	7	$1,33 \pm 0,11$	2	1,6 und 1,8
Cubitalvene	1	1,0	-	-
Handrückenvene	3	$1,17 \pm 0,06$	-	-

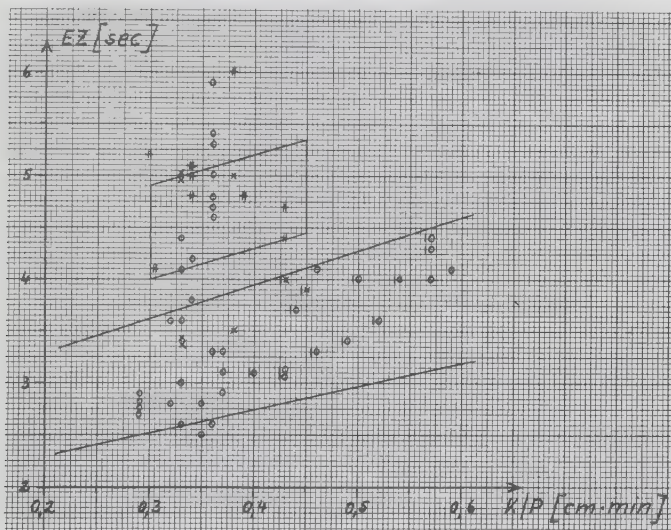


Abb.6: EZ aller FVK der Gruppe II und der Normalbereich der EZ aus Abbildung 2. Bedeutung der Zeichen wie in Abbildung 5.

Einen Teil der Säuglinge versuchten wir medikamentös zu beruhigen. Von 26 FVK, die wir unter der Medikation von Promethazin anfertigten, zeigen 6 keine respirato-

rischen Schwankungen, während es ohne Promethazin 7 von 32 FVK sind.

Die EZ der FVK ohne respiratorische Schwankungen liegen vorwiegend bei höheren Werten des Quotienten K/P , als Ausdruck der verhältnismäßig niedrigen Pulsfrequenz dieser ruhigen Kinder, und befinden sich alle innerhalb des Normalbereiches (Abb.6). Die EZ der FVK mit respiratorischen Schwankungen sind oft erheblich verändert, meist verlängert. Der Quotient VZ/KZ der FVK ohne respiratorische Schwankungen ist in keinem Fall größer als 1,5 (Tab.4).

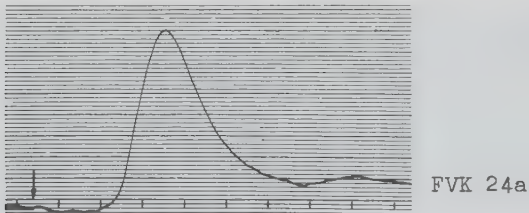


Abb.7: Normale FVK eines unruhigen 7 Monate alten Säuglings. Respiratorische Schwankungen der Grundlinie der FVK.

Gruppe I (1 Monat bis unter 6 Monate)

Dieser Abschnitt umfaßt 75 FVK von 14 Säuglingen. Der Farbstoff wurde stets in eine Temporalvene injiziert. Von 63 FVK, die unter der Medikation von Promethazin entstanden, zeigen 25 keine respiratorischen Schwankungen, ohne Promethazin sind es 5 von 12 FVK.

Die EZ aller FVK ohne respiratorische Schwankungen liegen im Normalbereich (Abb.8). Wie in der Gruppe II sind auch hier außerhalb des Normalbereiches liegende EZ vor allem bei kleinem Quotienten K/P , das heißt bei unruhigen Säuglingen mit hoher Pulsfrequenz zu

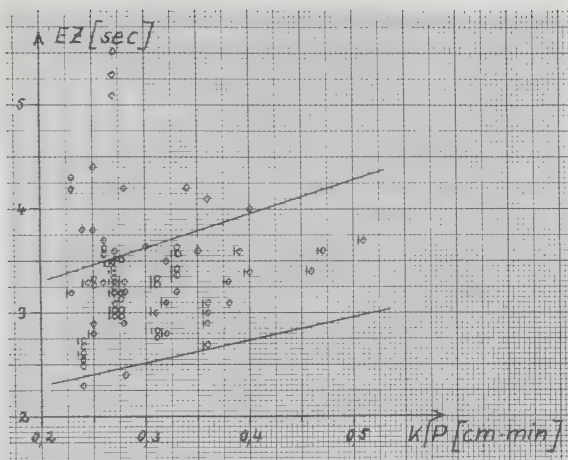


Abb.8: EZ aller FVK der Gruppe I und der Normalbereich der EZ aus Abbildung 2. Bedeutung der Zeichen wie in Abbildung 5.

Tab.5: Aufteilung aller 75 FVK der Gruppe I. Bedeutung der Abkürzungen wie in den Tabellen 1 und 3.

	FVK ohne r.S.		FVK mit r.S.	
	EZ i.N.	EZ a.N.	EZ i.N.	EZ a.N.
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	15	-	11	6
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	8	-	3	2
VZ/KZ über 1,7	6	-	7	8
deformierte FVK	1	-	5	3

finden. Hier gibt es aber auch FVK ohne respiratorische Schwankungen bei kleinem Quotienten K/P; sie gehören den jüngsten Säuglingen, die auch in Ruhe einen frequenten Puls haben. Wie aus Tabelle 5 zu ersehen ist, treten hier im Gegensatz zu den Gruppen II und III - deren Zahl an FVK ohne respiratorische Schwankungen allerdings klein ist - sogar ohne respiratorische

Schwankungen eine deformierte FVK und mehrere mit einem Quotienten VZ/KZ über 1,7 auf. Deformierungen und höhere Werte des Quotienten VZ/KZ sind aber bei FVK mit respiratorischen Schwankungen häufiger.

Der Quotient VZ/KZ aller nicht deformierten FVK:

$$1,67 \pm 0,34 \text{ (1,2 bis 2,6),}$$

für alle FVK ohne respiratorische Schwankungen:

$$1,61 \pm 0,26 \text{ (1,2 bis 2,6),}$$

und für den niedrigsten Quotienten VZ/KZ jedes Kindes:

Injektionsort	VZ/KZ = 1,0 bis 1,5		VZ/KZ über 1,5	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x}$
Temporalvene	10	$1,33 \pm 0,13$	4	1,6 bis 1,7

Bei einem 6 Wochen alten Säugling sahen wir das einzige Mal einen nahezu gleichmäßig hohen Quotienten VZ/KZ: Beim ersten Test war der Quotient VZ/KZ aller 5 FVK 1,7 bis 1,8, bei einer späteren Wiederholung lagen alle 3 FVK bei 2,3 bis 2,5. Trotz unseres Verdachts ergab sich klinisch kein Anhalt für pathologische Kreislaufverhältnisse.

Konzentrations- und Verdünnungszeit

Die KZ und die VZ sind allein betrachtet weniger bedeutend als ihr Quotient VZ/KZ. Während die KZ von der Größe des Quotienten VZ/KZ unabhängig ist, wird die VZ mit wachsendem Quotienten VZ/KZ deutlich länger. Deshalb berechneten wir die Mittelwerte der VZ für den Quotienten VZ/KZ = 1,0 bis 1,5 und für den Quotienten VZ/KZ über 1,5 getrennt, um die Durchschnittswerte der VZ nicht durch die Berücksichtigung peripher beeinflusster FVK zu verfälschen (Tab.6). Die KZ und die VZ sind in den Gruppen II und III bei der Farbstoffinjektion in eine Temporalvene meist kürzer als bei der Injektion in eine Cubital- oder Handrückenvene. Doch ist die Zahl der FVK zu klein, um genauere Angaben machen zu können.

Tab.6: KZ und VZ aller nicht deformierten FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses.

Alter	Injektions-ort	KZ	VZ für VZ/KZ $\leq$ 1,5	VZ für VZ/KZ $\geq$ 1,6
1 - 5 Monate	Temporal- vene	3,1 $\pm$ 0,4	4,1 $\pm$ 0,7	6,1 $\pm$ 1,0
6 - 11 Monate	Temporal- vene	3,0 $\pm$ 0,3	4,3 $\pm$ 0,5	4,6 $\pm$ 0,9
	Cubital- vene	3,3 $\pm$ 0,7	4,1 $\pm$ 0,4	5,0
	Handrücken- vene	3,6 $\pm$ 0,8	4,9 $\pm$ 1,1	4,4 $\pm$ 0,1
1 - 4 Jahre	Temporal- vene	3,1 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,6	5,2 $\pm$ 0,1
	Cubital- vene	3,5 $\pm$ 0,5	4,6 $\pm$ 0,7	6,8
	Handrücken- vene	3,8 $\pm$ 0,4	4,7 $\pm$ 0,1	6,4
	K/P < 1,0 Cubital- vene	4,4 $\pm$ 0,6	6,3 $\pm$ 0,8	7,9
5 - 10 Jahre	Cubital- vene	4,5 $\pm$ 0,7	6,0 $\pm$ 1,0	8,4 $\pm$ 0,8
11 - 16 Jahre	Cubital- vene	5,0 $\pm$ 1,0	6,7 $\pm$ 1,6	-

Bei 8 Kindern der Gruppen IV und V können wir den Einfluß der Beschleunigung des Farbstoffabflusses auf die KZ und die VZ beobachten: Die kürzeste KZ jedes Kindes unter den FVK ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses ist im Mittel um 0,8 (-0,4 bis +2,4) sec länger als die kürzeste KZ der FVK mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses des selben Kindes. Die entsprechende Verlängerung beträgt für die VZ 2,1 (+1,2 bis 2,7) sec.

Die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ

Beide Quotienten sind vom Ort der Farbstoffinjektion unabhängig. Durch Beschleunigung des Farbstoffabflusses wird der Quotient VZ/EZ etwas kleiner, der Quotient KZ/EZ

bleibt ungefähr gleich. Während der Quotient VZ/EZ sich deutlich mit dem Quotienten VZ/KZ ändert, gilt das für den Quotienten KZ/EZ nur für besonders hohe Werte des Quotienten VZ/KZ und wirkt sich nur in der Gruppe I aus, die viele hohe Werte des Quotienten VZ/KZ enthält (Tab.7).

Tab.7: Die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ aller nicht deformierten FVK mit Ausnahme der 9 FVK der Tabelle 8.

Alter	KZ/EZ für		VZ/EZ für	
	VZ/KZ $\leq 1,5$	VZ/KZ $\geq 1,6$	VZ/KZ $\leq 1,5$	VZ/KZ $\geq 1,6$
1 - 5 Monate	0,87 $\pm$ 0,10	0,98 $\pm$ 0,18	1,18 $\pm$ 0,14	1,90 $\pm$ 0,46
6 - 11 Monate	0,83 $\pm$ 0,16		1,16 $\pm$ 0,16	1,21 $\pm$ 0,28
1 - 4 Jahre	0,76 $\pm$ 0,12		1,02 $\pm$ 0,15	1,24 $\pm$ 0,20
5 - 10 Jahre	0,74 $\pm$ 0,09		1,00 $\pm$ 0,09	1,30 $\pm$ 0,17
11 - 16 Jahre	0,67 $\pm$ 0,12		0,86 $\pm$ 0,18	-

Tab.8: Die 9 FVK, die in Tabelle 7 nicht berücksichtigt wurden.

Alter	Nummer der FVK	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
1 - 5 Monate	10c	1,5	1,1	1,6
	14b	1,2	1,4	1,7
	14e	1,4	1,5	2,1
6 - 11 Monate	30b	1,5	1,2	1,7
	22a	1,4	1,2	1,6
1 - 4 Jahre	42b	1,4	1,1	1,5
	42c	1,4	1,1	1,5
	51	1,5	1,1	1,7
	43a	1,9	0,4	0,7

Alle 9 FVK der Tabelle 8 zeigen respiratorische Schwankungen und stammen von unruhigen Kindern unter 3 Jahren.

Vermutlich wurde der periphere Farbstoffabfluß verzögert. Bei 8 dieser FVK ist die gesamte Kurve in die Breite gezogen und die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ werden dadurch erheblich vergrößert (Abb.9). Bei der FVK 43a ist die EZ mit 9,1 sec bei $K/P = 0,45$ stark verlängert (Abb.5) und die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ sind dadurch klein.

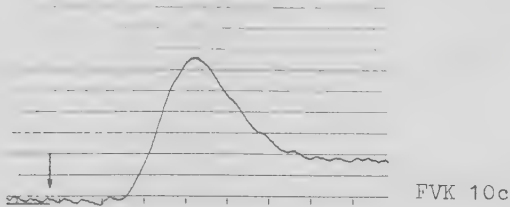


Abb.9: Diese FVK eines 3 Monate alten während des Tests heftig weinenden Säuglings ist für sein Alter und für die Farbstoffinjektion in eine Temporalvene ungewöhnlich breit: $KZ = 3,6$ sec, $VZ = 5,4$ sec. Die leichten Unregelmäßigkeiten des Konzentrations- und des Verdünnungsschenkels sind durch die Überlagerung der respiratorischen Schwankungen zu erklären.

Vergleich der 3 Orte der Farbstoffinjektion

Die FVK mit der Farbstoffinjektion in eine Cubitalvene und eine Temporalvene unterscheiden sich nicht wesentlich in ihrer Form. Dagegen sind die FVK bei der Farbstoffinjektion in eine Handrückenvene breiter und zeichnen sich durch einen kurzen Verdünnungsschenkel aus (Abb.10), wodurch die VZ jedoch nicht beeinträchtigt wird. Wie aus der Tabelle 9 zu ersehen ist, nimmt die Häufigkeit von Deformierungen und höheren Werten des Quotienten VZ/KZ unter den FVK mit respiratorischen Schwankungen von den Cubital- über die Handrücken- zu den Temporalvenen ab.

Tab.9: Alle FVK mit respiratorischen Schwankungen der Gruppen II und III, aufgeteilt nach dem Injektionsort und der Größe des Quotienten VZ/KZ beziehungsweise Deformierungen.

	Temporal- vene	Cubital- vene	Handrücken- vene
VZ/KZ = 1,0 bis 1,5	27	5	7
VZ/KZ = 1,6 bis 1,7	8	1	2
VZ/KZ über 1,7	2	1	1
deformierte FVK	11	10	6

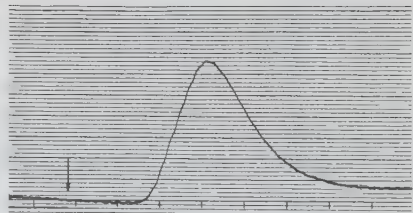
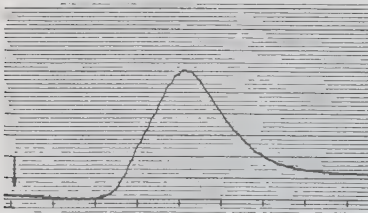
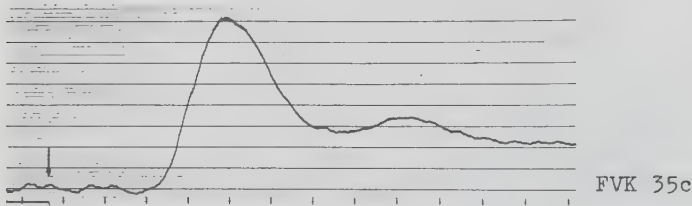


Abb.10: 3 normale FVK, die bei einem 8 Monate alten Säugling an 3 aufeinanderfolgenden Tagen durch Farbstoffinjektion in eine Handrückenvene (FVK 35c), Cubitalvene (FVK 34c) und Temporalvene (FVK 33b) erzielt wurden. Die Unregelmäßigkeit am Gipfel der FVK 35c deuten wir als Überlagerung einer respiratorischen Schwankung.

Verlangsamung der Herzfrequenz nach intravenöser
Injektion von Methylenblau.

Über einen Nebenfund wollen wir kurz berichten:
Bei der Bestimmung der Herzfrequenz aus den pulssyn-
chronen Wellen der FVK bemerkten wir, daß die Frequenz
während der zweiten Hälfte der FVK meist beträchtlich
absinkt und darauf innerhalb kurzer Zeit wieder bis
zur Ausgangsfrequenz ansteigt. Da die pulssynchronen

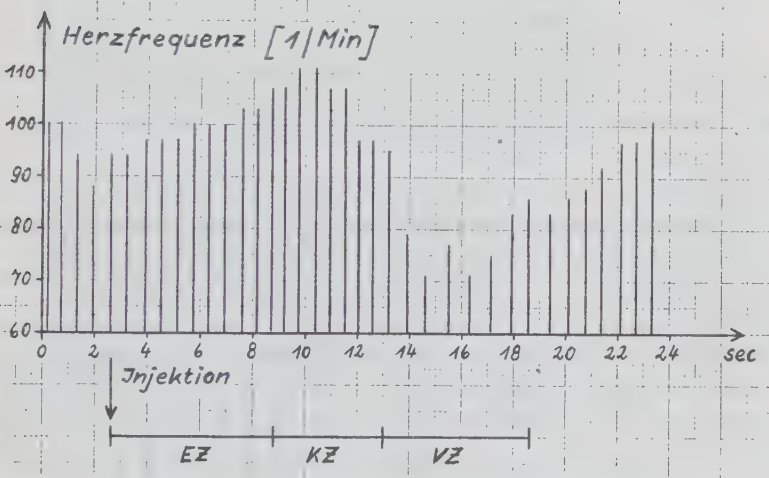


Abb.11: Darstellung der Herzfrequenz während der FVK 76b und darunter zeitlich zugeordnet die schematisierte FVK. Die injizierte Farbstoffmenge betrug 1,1 ml.

Wellen in den steilen Kurvenanteilen nur undeutlich zu erkennen sind, schrieben wir bei 2 Kindern gleichzeitig mit der FVK ein Elektrokardiogramm; aus den Abständen der R-Zacken ermittelten wir die Herzfrequenz, die wir für jede Herzaktion auf 1 Minute umrechneten. Die Verlangsamung der Herzaktion ist in Abbildung 11

gut zu erkennen; etwa in der Mitte der VZ ist sie am stärksten ausgeprägt. Auch bei dem zweiten Kind waren das Ausmaß der Verringerung der Herzfrequenz und die zeitliche Zuordnung zum Verlauf der FVK ähnlich. Durch die intravenöse Injektion der gleichen Menge einer physiologischen Kochsalzlösung wurde die Herzfrequenz nicht verändert.

DISKUSSION

Die FVM (Erklärung aller Abkürzungen am Ende dieser Arbeit) mit peripherer Farbstoffinjektion ist durch das häufige Auftreten peripherer Störungen belastet, die die FVK auf verschiedene Weise beeinflussen können (4,5,11,22,27,31). Mehrere Autoren haben berichtet, daß bei ihren Untersuchungen an Erwachsenen unter Ruhebedingungen 10 bis 30 % der FVK einen nicht vorhandenen Herzfehler vortäuschten oder nicht verwertbar waren (2,11,30,31). Als Ursache wurden vor allem Venenspasmen (31), hämodynamische Effekte an der Einmündungsstelle der Vena subclavia in die obere Hohlvene (5) oder intrathorakale Druckschwankungen bei der Atmung (22,31) angeführt, die ein ungestörtes Abfließen des injizierten Farbstoffs verhindern.

Bei den meist unruhigen Kleinkindern und Säuglingen kommen weitere Fehlerquellen hinzu (24). Die Unruhe beeinflusst den Kreislauf und führt unter anderem zu einer Steigerung der Herzfrequenz und einer Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes. Bewegungen oder Muskelanspannungen entlang des Farbstoffweges können die Venen komprimieren und den Farbstoffabfluß stören. Weinen oder auch nur unregelmäßiges, leicht gepreßtes Atmen führen zu venösen Stauungen und respiratorischen Schwankungen der FVK (siehe Seite 13).

Wir haben 2 Arten von peripher verfälschten FVK unterschieden:

- 1.) Die FVK können unregelmäßig deformiert werden.
- 2.) Bei sonst regelrechter Form der FVK können ein oder mehrere Kurvenabschnitte verlängert oder selten verkürzt werden.

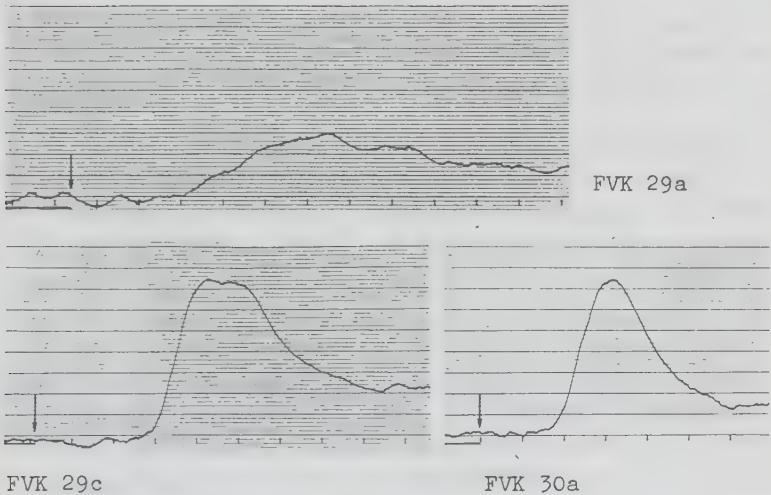


Abb.12: Alle 3 FVK dieses 8 Monate alten, unruhigen Säuglings zeigen respiratorische Schwankungen. Die FVK 29a und 29c sind unterschiedlich deformiert. Die FVK 29c hat Ähnlichkeit mit FVK bei einem Shunt. Bei der FVK 30a, die die einzige normal geformte ist, war der Säugling am wenigsten unruhig.

Die Deformierungen können vielerlei Gestalt annehmen, sind meist nicht reproduzierbar und zeigen nur manchmal Ähnlichkeit mit Formveränderungen, wie sie bei V-tien vorkommen (Abb.12 und 14). Da außerdem alle Kinder klinisch kreislaufgesund waren und wir mit einer Aus-

nahme von jedem Kind mindestens 1 nicht deformierte FVK erhielten, sahen wir keinen Anlaß, diese Deformierungen auf pathologische Kreislaufverhältnisse zurückzuführen. Wir trennten deshalb diese FVK als peripher gestört von den übrigen und berücksichtigten sie nicht bei der Berechnung der Mittelwerte.

Verkürzungen der Kreislaufzeit sind denkbar, wenn ein Kind kurz nach der Farbstoffinjektion nach einer längeren Zeit des Pressens tief einatmet. Solche Verkürzungen haben unseres Erachtens nur geringes Ausmaß; sie könnten die Ursache der unterhalb des Normalbereiches liegenden EZ in den Abbildungen 6 (Seite 17) und 8 (Seite 19) sein.

Oft dagegen werden die EZ oder die VZ durch periphere Störungen verlängert und damit der Quotient VZ/KZ vergrößert. Deshalb sind EZ oberhalb des Normalbereiches der Abbildung 2 und Werte des Quotienten VZ/KZ über 1,5 bei unruhigen Kindern wesentlich häufiger als bei ruhigen (Tab.3, 4 und 5). Oft erhielten wir von dem selben Kind im Abstand von wenigen Minuten einmal eine normal geformte FVK mit einer EZ innerhalb des Normalbereiches und einem Quotienten VZ/KZ von 1,0 bis 1,5, und das andere Mal eine deformierte FVK oder eine FVK mit einer EZ oberhalb des Normalbereiches oder einem Quotienten VZ/KZ über 1,5 (Abb.12 und 13). Solche kurzfristigen Änderungen der FVK sind nur durch periphere Störungen zu erklären. Auch das relativ häufige Zusammentreffen mehrerer Merkmale peripherer Störungen (respiratorische Schwankungen, Deformierungen, EZ außerhalb des Normalbereiches, Quotienten VZ/KZ über 1,5) spricht dafür, daß Abflußbehinderungen des Farbstoffs die Ursache dieser Kurvenveränderungen darstellen (Tab.1 bis 5).

Aus dem Abschnitt über die KZ und die VZ (Seite 20) geht hervor, daß die Vergrößerung des Quotienten VZ/KZ über 1,5 durch eine Verlängerung der VZ und nicht durch eine Verkürzung der KZ verursacht wird.

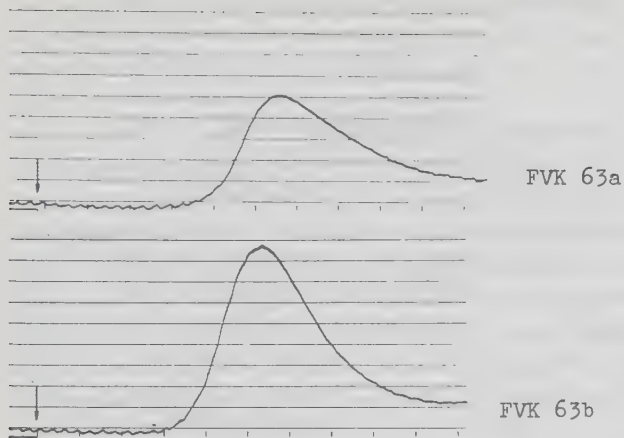


Abb.13: 2 FVK eines 7-jährigen Jungen, die im Abstand von wenigen Minuten unter den gleichen äußeren Bedingungen erzielt wurden. FVK 63a: Die EZ von 7,1 sec für $K/P = 1,35$ liegt an der oberen Grenze des Normalbereiches; $VZ/KZ = 1,8$. FVK 63b: Die EZ von 6,1 sec bei ebenfalls $K/P = 1,35$ befindet sich in der Mitte des Normalbereiches; $VZ/KZ = 1,3$.

Nach diesen Beobachtungen über die Auswirkungen peripherer Störungen auf die FVK können wir annehmen, daß die kürzeste EZ und VZ und der niedrigste Quotient VZ/KZ jedes Kindes den physiologischen Kreislaufverhältnissen am ehesten entsprechen.

Nachteilig wirkt sich bei diesen peripheren Störungen vor allem die Vergrößerung des Quotienten VZ/KZ aus, weil sie auch ein charakteristisches Merkmal der Klap-peninsuffizienz und des Links-rechts-Shunts ist (2,9,15, 22,26,27,28,34,36,38 und Tab.12). Links-rechts-Shunts sind mit der FVM ohnehin erst zu erkennen, wenn das Shuntvolumen 20 bis 30% des Lungendurchflusses beträgt (1,2,10,22), und I s l e r (28) berichtet, daß er we-

gen der Breite der Normalbereiche von einer größeren Anzahl klinisch angenommener Herzfehler mit Hilfe der Quotienten VZ/KZ und KZ/EZ nur 52% sicher diagnostizieren konnte.

Würden wir den Mittelwert und die Streuung der EZ und des Quotienten VZ/KZ aus allen, auch den peripher verfälschten FVK bestimmen, wären die Normalbereiche zum Teil so groß, daß sie beträchtlich in den Bereich der pathologischen Kreislaufverhältnisse hineinreichen und dadurch an Wert verlieren würden. Andererseits gibt es kein typisches Kennzeichen für periphere Störungen, das uns berechtigen könnte, solche FVK bei der Berechnung der Mittelwerte unberücksichtigt zu lassen. Wir zogen es deshalb vor, die normale EZ mit Hilfe eines Diagrammes zu ermitteln (Abb.2 Seite 7) und die FVK nach der Größe ihres Quotienten VZ/KZ in die 3 Gruppen $VZ/KZ = 1,0$ bis $1,5$, $VZ/KZ = 1,6$ bis $1,7$ und VZ/KZ über $1,7$ einzuordnen. Diese Art der Auswertung ermöglicht differenziertere Aussagen als die Berechnung der Mittelwerte. Zur Vervollständigung berechneten wir trotzdem Mittelwerte und Streuung des Quotienten VZ/KZ .

A p i t z (2) berichtet, daß die EZ umso kürzer ausfällt, je jünger das Kind ist. Wir können diesen Befund bestätigen, fanden aber eine engere Beziehung der EZ zu dem Quotienten K/P als zum Alter. Ein Einfluß der Körpergröße auf die EZ ist bereits bei den Erwachsenen festgestellt worden (13,16,18,22,38), er war jedoch so gering, daß es sich nicht lohnte, je nach der Körpergröße verschiedene Normalwerte der EZ anzugeben (13,22). Die Pulsfrequenz wird in der Literatur bei Angaben über die normale EZ nicht berücksichtigt. Der Zusammenhang zwischen der EZ einerseits, und der Körpergröße und der Pulsfrequenz andererseits, ist bei Kindern wohl deswegen so deutlich, weil bei ihnen die beiden zuletzt genannten Parameter stärker als bei den Erwachsenen variieren. Dabei ist die Pulsfrequenz nicht nur altersabhängig unterschiedlich, sondern wechselt auch je nach dem Grad

der Erregung des Kindes. So betrug die Pulsfrequenz eines ruhigen 3 Monate alten Säuglings 125 pro Minute (FVK 9c), während wir bei einem gleichaltrigen erregten Säugling 230 Schläge pro Minute (FVK 10a) feststellten. Die frequenzbetonte Arbeitsweise des kindlichen Herzens führt zudem zu einer engeren Beziehung zwischen der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes und der Herzfrequenz (21). Körperliche Arbeit kann die Kreislaufzeit beträchtlich verkürzen (6,12,17,22,23) und die Farbstoffverdünnungstests werden deshalb bei Erwachsenen meist nach längerem Ruhen durchgeführt (3,4,7,22). In der Berücksichtigung der Pulsfrequenz sahen wir eine Möglichkeit, den Nachteil der fehlenden Ruhebedingungen bei unseren Untersuchungen wenigstens teilweise ausgleichen zu können.

Weil periphere Störungen häufig die EZ verlängern, bestimmten wir den Normalbereich der EZ (Abb.2 Seite 7) aus der kürzesten EZ jedes Kindes. Für die Berechtigung der willkürlich festgelegten Grenzen dieses Bereiches spricht, daß FVK, deren EZ außerhalb dieses Normalbereiches liegt, zum großen Teil noch weitere Merkmale peripherer Störungen aufweisen: Respiratorische Schwankungen, Deformierungen oder Werte des Quotienten VZ/KZ über 1,5. Für K/P unter 1,0 befinden sich die EZ aller FVK ohne respiratorische Schwankungen innerhalb des Normalbereiches der Abbildung 2.

In den Abbildungen 2 (Seite 7) und 5 (Seite 13) fällt auf, daß in dem Abschnitt $K/P = 0,75$ bis $1,15$ eine Lücke besteht, obwohl wir kontinuierlich Kinder jeden Alters untersucht haben. Von den älteren zu den jüngeren Kindern gleichmäßig fortschreitend entsteht diese Lücke an der Stelle, an der die Kinder nicht mehr zu beruhigen waren, die Pulsfrequenz plötzlich wesentlich höher lag als bei den ruhigen Kindern und dadurch der Quotient K/P klein wurde.

Für FVK ohne respiratorische Schwankungen ist die EZ bei der Farbstoffinjektion in eine Cubitalvene gleich oder nur wenig länger als bei der Injektion in eine Temporalvene. Mit Farbstoffinjektion in eine Handrückenvene besitzen wir zwar nur FVK mit respiratorischen Schwankungen, doch ist die Verlängerung der EZ gegenüber den beiden anderen Injektionsorten deutlich zu erkennen (Abb.2, 5 und 6).

Tab.10: EZ, KZ und VZ wie sie von verschiedenen Autoren für Kreislaufgesunde bei der Farbstoffinjektion in eine Cubitalvene angegeben werden. Eigene Untersuchungen siehe Abbildung 2 (Seite 7) und Tabelle 6 (Seite 21).

Autor	Alter in Jahren	EZ in sec	KZ in sec	VZ in sec
Kamarás	4 - 6	5,0(3,5-7,2)	3,8(2,6-6,6)	6,3(3,0-10,0)
	7 - 10	5,1(3,0-7,5)	3,9(2,7-6,3)	6,3(4,0-12,0)
	11 - 14	6,3(4,4-10,5)	4,4(3,0-7,3)	7,1(4,6-14,5)
Apitz und Beuren	bis 2	4,1	3,9	6,4
	2 - 6	4,8	4,8	6,7
	6 - 10	5,6	5,1	7,4
	10 - 14	6,5	5,4	8,6
	über 14	7,3	5,4	11,5
Hilger	5 - 13	5,91 $\pm$ 0,891	4,3 $\pm$ 0,577	6,73 $\pm$ 0,611
Bachmann	Erwachsene	8,6 $\pm$ 1,4	7,4 $\pm$ 2,0	11,7 $\pm$ 4,9
Wülser	Erwachsene	8,0 - 12,0	6,8(3,9-9,7)	10,2(6,4-14,0)

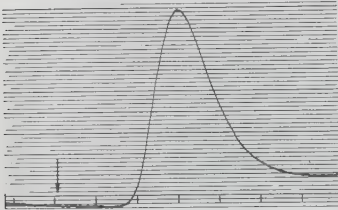
Durchschnittswerte einer größeren Anzahl von Kindern haben bisher K a m a r á s (29) sowie A p i t z und B e u r e n (2) veröffentlicht. H i l g e r (25) untersuchte 8 Kinder und beschleunigte dabei den peripheren Farbstoffabfluß mit Hilfe der reaktiven Hyperämie oder durch Nachinjizieren physiologischer Kochsalzlösung (Tab.10 und 11). Da wir für die EZ keine Mittelwerte

berechnet haben, können wir unsere Werte nur bedingt mit denen der Tabelle 10 vergleichen. Wir stimmen mit diesen EZ etwa überein, und wenn wir für Erwachsene einen durchschnittlichen Quotienten K/P von ungefähr 2,5 annehmen, kommen wir auch den zum Vergleich angeführten EZ von B a c h m a n n (4) und W ü l s e r (38) recht nahe (vergleiche Abb.2 Seite 7).

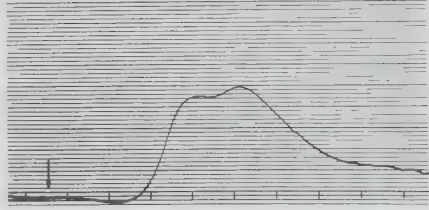
Eine Altersabhängigkeit des Quotienten VZ/KZ konnten wir nicht feststellen. Aus den entsprechenden Zusammenstellungen und Tabellen der einzelnen Altersgruppen ist zu ersehen, daß wir nur von 2 unruhigen Kindern, bei denen wir lediglich je 2 FVK anfertigten (FVK 37a und b, FVK 44a und b), keine normal geformte FVK mit einem Quotienten VZ/KZ zwischen 1,0 und 1,7 erhalten haben. Bei allen ruhigen Kindern von 6 Monaten bis 16 Jahren, aber auch bei den meisten unruhigen Kindern und den meisten Säuglingen unter 6 Monaten konnten wir mindestens je 1 nicht deformierte FVK mit einem Quotienten VZ/KZ von 1,0 bis 1,5 erzielen. Wir schlossen daraus, daß bei unseren kreislaufgesunden Kindern bei einem Quotienten VZ/KZ über 1,5 zumindest der Verdacht besteht, daß dieser Quotient durch periphere Störungen vergrößert worden ist. Deswegen berechneten wir in den Abschnitten über die KZ, die VZ und über die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ die Mittelwerte zum Teil getrennt, je nachdem ob der Quotient VZ/KZ 1,0 bis 1,5 oder über 1,5 betrug.

Bei 4 Säuglingen unter 6 Monaten sind die Quotienten VZ/KZ aller FVK größer als 1,5 und dabei zum Teil fast gleichmäßig hoch. Dadurch liegt auch der Mittelwert des Quotienten VZ/KZ in der Gruppe I mit $1,67 \pm 0,34$ über dem der anderen Gruppen. Wir sind jedoch der Ansicht, daß diese höheren Werte des Quotienten VZ/KZ nicht den Kreislaufverhältnissen dieser jungen Säuglinge entsprechen, sondern durch eine konstante uns unbekannte periphere Störung entstanden sind, zumal der Quotient VZ/KZ anderer Säuglinge gleichen Alters nicht vom Durchschnitt der übrigen Altersgruppen abweicht. Bei diesen wenige

Monate alten Säuglingen kann schon leicht gepreßtes Atmen, das nur geringe respiratorische Schwankungen der FVK verursacht, zu einer Abflußstörung des Blutes führen und erhebliche Veränderungen der FVK hervorrufen (Abb.14).



FVK 17b



FVK 17c

Abb.14: 2 FVK eines 3 Monate alten Säuglings. Die Grundlinie der normal geformten FVK 17b fällt etwas ab, ist aber gerade und entspricht einem ruhigen Kind. Die deformierte FVK 17c zeigt eine leicht geschwungene Grundlinie (geringe respiratorische Schwankungen).

Trotz heftiger respiratorischer Schwankungen und einer über den Normalbereich hinaus verlängerten EZ kann der übrige Kurvenverlauf normal sein und der Quotient VZ/KZ zwischen 1,0 und 1,5 liegen (Tab.3, 4 und 5); der Farbstoff hat dann zwar verspätet, doch gleichmäßig und nicht zu sehr verdünnt das Herz erreicht. Andererseits können auch FVK ohne respiratorische Schwankungen mit einer EZ innerhalb des Normalbereiches peripher gestört sein (Tab.1, 2 und 5). Denn wir erhielten gelegentlich beim selben ruhigen Kind wenige Minuten nach einer normal geformten FVK mit einem Quotienten VZ/KZ zwischen 1,0 und 1,5 eine deformierte FVK oder eine FVK mit einem Quotienten VZ/KZ über 1,5, jeweils mit einer EZ innerhalb des Normalbereiches. Deformierte FVK oder Werte des Quotienten VZ/KZ über 1,5 sind aber beim Bestehen respiratorischer Schwankungen und bei außerhalb des Normal-

bereiches liegender EZ viel häufiger als bei ruhigen Kindern und einer EZ innerhalb des Normalbereiches.

Die Mittelwerte des Quotienten VZ/KZ der von uns untersuchten Kinder sind im Durchschnitt etwas kleiner als die in der Tabelle 11 angegebenen Werte anderer Untersucher. Wir können dafür keine Erklärung geben, halten aber einen möglichst niedrigen Normalbereich des Quotienten VZ/KZ für vorteilhaft, weil dadurch eventuell auch hämodynamisch weniger wirksame Vitien mit diesem Quotienten erfaßt werden können. Von den meisten Autoren würde nicht nur ein Quotient VZ/KZ von 1,0 bis 1,5, sondern auch unser Bereich VZ/KZ = 1,6 bis 1,7 als physiologisch angesehen (2,15,22,29,38).

Tab.11: Die Quotienten VZ/KZ, KZ/EZ und VZ/EZ wie sie von verschiedenen Autoren für kreislaufgesunde Kinder angegeben werden. Eigene Untersuchungen über den Quotienten VZ/KZ siehe bei den einzelnen Altersgruppen, über die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ siehe Tabelle 7 (Seite 22).

Autor	Alter in Jahren	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
Kamarás	4 - 6	1,6(1,1-2,2)	0,7(0,7-1,0)	-
	7 - 10	1,6(1,2-2,4)	0,7(0,5-1,2)	-
	11 - 14	1,6(1,0-2,2)	0,7(0,5-0,9)	-
Apitz und Beuren	bis 2	1,64	0,95	-
	2 - 6	1,06	1,09	-
	6 - 10	1,76	0,92	-
	10 - 14	1,58	0,84	-
	über 14	2,19	0,64	-
Hilger	5 - 13	1,59 $\pm$ 0,437	0,74 $\pm$ 0,115	1,16 $\pm$ 0,192

Unsere Werte für die KZ, die VZ (Tab.6 Seite 21) und für die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ (Tab.7 Seite 22) stimmen mit denen der Tabelle 11 ungefähr überein,

wenn wir den Quotienten VZ/EZ für alle FVK gemeinsam und nicht nach der Höhe des Quotienten VZ/KZ in 2 Gruppen getrennt berechnen. Alle 4 Größen werden mit zunehmendem Alter kleiner. Eine durch periphere Störungen verlängerte VZ vergrößert den Quotienten VZ/EZ ebenso wie den Quotienten VZ/KZ . Gelegentlich wird neben der VZ auch die KZ durch periphere Einflüsse verlängert. Es entstehen dann breite FVK mit großen Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ (Tab.8 Seite 22 und Abb.9 Seite 23).

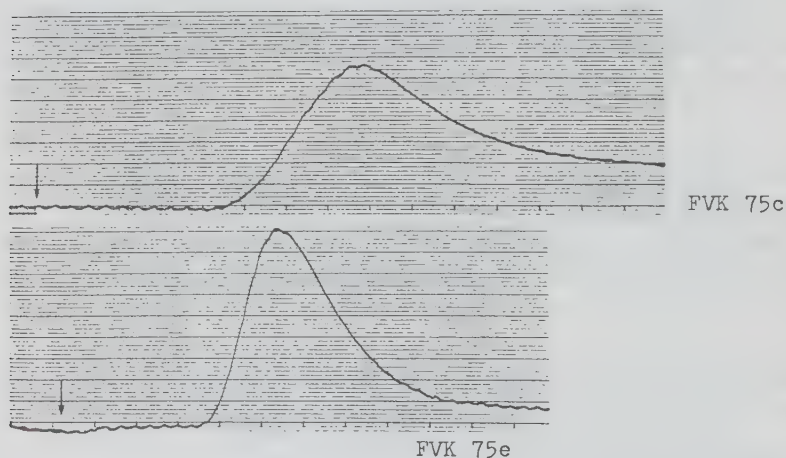


Abb.15: 2 FVK eines 13-jährigen Jungen. Die FVK 75c wurde ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses erzielt. Für die FVK 75e injizierten wir den Farbstoff in der Phase der reaktiven Hyperämie nach einer 4-minütigen arteriellen Stauung.

Durch die Verfahren zur Beschleunigung des Farbstoffabflusses (siehe Methodik Seite 2) werden alle Abschnitte der FVK verkürzt (Abb.15), aber besonders jene, die ohne Beschleunigung des Farbstoffabflusses infolge peripherer Störungen verlängert waren. Das betrifft vor allem die EZ und die VZ und damit auch den Quotienten VZ/KZ . Doch

liegen bei keiner FVK mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses die EZ oder der Quotient VZ/KZ unterhalb der Normalbereiche. Die FVK wird also durch die Beschleunigung des Farbstoffabflusses weniger anfällig für periphere Störungen: Unter 24 FVK mit Beschleunigung des Farbstoffabflusses befindet sich keine deformierte FVK und nur bei 1 FVK liegt der Quotient VZ/KZ mit 1,6 knapp über dem Bereich von 1,0 bis 1,5. Wegen der geringen Anzahl der Versuche können wir nicht sagen, welches der 3 Verfahren zur Beschleunigung des Farbstoffabflusses das geeignetste ist; die reaktive Hyperämie scheint wirksamer als das Hochheben des Armes zu sein.

Bei Säuglingen und jungen Kleinkindern sind die Temporalvenen für die Farbstoffinjektion geeigneter als die Cubitalvenen und die Handrückenvenen. Die Temporalvenen sind meist gut zu punktieren. Den Kopf kann man leichter als den Arm oder die Hand fixieren, ohne die ableitenden Venen zu komprimieren. Durch aktive Muskelbewegungen des Kindes wird der Farbstoffabfluß am Kopf weniger gestört als am Arm oder an der Hand. Nach Tabelle 9 (Seite 24) sind bei FVK mit respiratorischen Schwankungen Deformierungen und Werte des Quotienten VZ/KZ über 1,7 bei der Farbstoffinjektion in eine Temporalvene seltener als bei den beiden anderen Injektionsorten.

Die längere EZ, KZ und VZ bei der Farbstoffinjektion in eine Handrückenvene sind eine Folge des weiteren Weges und der dadurch bedingten breiteren Verteilung des Farbstoffs. Da bei diesen breiten FVK die Rezirkulationszeit die gleiche bleibt wie bei den anderen Injektionsorten, erreicht die rezirkulierende Farbstoffmenge schon in einem frühen Kurvenabschnitt die Ohrmuschel und erzeugt so den kurzen Verdünnungsschenkel dieser FVK (Abb.10 Seite 24).

Untersuchungen anderer Autoren mit der Farbstoffinjektion in eine Temporal- oder Handrückenvene sind uns nicht bekannt.

Eine für den Farbstoffverdünnungstest günstige Wirkung des Promethazin konnten wir bei der angegebenen Dosierung nicht feststellen. Vor und nach der Untersuchung waren die Kinder zwar schläfrig, aber während des Tests, der sie in ihrer Ruhe störte, waren sie nicht weniger erregt als die Kinder, die kein Promethazin bekommen hatten. Dagegen gelang es oft, die Säuglinge mit einem Sauger zu beruhigen.

Über die Ursache der Verringerung der Herzfrequenz kurz nach der intravenösen Injektion von Methylenblau vermögen wir nichts zu sagen. Auch wissen wir nicht, inwieweit diese Frequenzminderung (Abb.11 Seite 25) die Form der FVK beeinflußt.

Wegen der Häufigkeit peripherer Störungen bei unseren Tests stimmen wir *H i l g e n b e r g* (24) zu, daß bei jedem Kind zur Sicherung der Diagnose eine größere Anzahl von FVK angefertigt werden muß. Ist darunter eine einzige sicher normale FVK, so können eine hämodynamisch stark wirksame Klappeninsuffizienz oder ein größerer Shunt ausgeschlossen werden, denn ein solches Vitium würde jede FVK verändern. Andererseits kann die FVM einen Verdacht auf das Vorliegen krankhafter Kreislaufverhältnisse verstärken, wenn alle FVK des Kindes gleichmäßig pathologisch verändert sind und dieses Ergebnis mit den anderen klinischen Untersuchungen übereinstimmt.

Wenn wir annehmen, daß die von *H e g g l i n* für Erwachsene angegebenen Werte des Quotienten VZ/KZ bei Links-rechts-Shunts (Tab.12) in ähnlicher Weise auch für Kinder gelten, erreichen auch die von uns bei peripheren Störungen festgestellten Vergrößerungen dieses Quotienten nur selten das Ausmaß hämodynamisch stark wirksamer Links-rechts-Shunts: Für die Kinder von 6 Monaten bis 16 Jahren beträgt unser größter Quotient VZ/KZ 2,1, unter 6 Monaten haben wir Werte bis 2,6 gemessen.

Tab.12: Die Beziehungen zwischen dem Quotienten VZ/KZ und der nach dem Fick'schen Prinzip ermittelten Größe von Links-rechts-Shunts (Ventrikelseptumdefekt, Vorhofseptumdefekt und offener Ductus Botalli) nach H e g - g l i n (22).

Größe des Quotienten VZ/KZ	Größe des Links-rechts-Shunts in % des Lungendurchflusses
2	etwa 20 - 25
3	etwa 35 - 40
4	etwa 50 - 55
5	über 60

A p i t z (1) berichtete, daß bei seinen Untersuchungen Links-rechts-Shunts mittels der FVM mit peripherer Farbstoffinjektion erst bei einem Ausmaß sicher zu erkennen waren, bei dem die klinischen Symptome schon so eindeutig waren, daß auf die FVK verzichtet werden konnte. Die von A p i t z angegebenen Mittelwerte des Quotienten VZ/KZ kreislaufgesunder Kinder (Tab.11 Seite 35) liegen jedoch deutlich über den von uns festgestellten Werten.

Die FVM mit peripherer Farbstoffinjektion ist eine einfache und ungefährliche Untersuchungsmethode. Sie ermöglicht es, die große Zahl der Kinder mit Herzgeräuschen routinemäßig schon im Säuglingsalter zu untersuchen, um zwischen akzidentellen und organisch bedingten Geräuschen unterscheiden zu können. Eingreifendere kardiologische Untersuchungen könnten dann auf die Kinder mit organischen Geräuschen beschränkt werden. Wie groß ein Vitium sein muß, damit es anhand der FVK deutlich von normalen Kreislaufverhältnissen zu unterscheiden ist, vermögen wir nicht zu sagen, da wir nur kreislaufgesunde Kinder untersucht haben.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei 63 kreislaufgesunden Kindern im Alter von 6 Wochen bis 16 Jahren bestimmten wir mit der FVM die EZ, die KZ, die VZ und deren Quotienten. Wir injizierten Methylenblau in eine Cubital-, Handrücken- oder Temporalvene und registrierten an der Ohrmuschel die FVK. Bei 10 Kindern beschleunigten wir den peripheren Farbstoffabfluß durch Hochheben des Armes, reaktive Hyperämie oder Nachinjizieren von physiologischer Kochsalzlösung.

EZ, KZ und VZ werden mit zunehmendem Alter länger; die EZ steht aber zu dem Quotienten Körpergröße/Pulsfrequenz in engerer Beziehung als zum Alter. Der Quotient VZ/KZ ist nicht altersabhängig, die Quotienten KZ/EZ und VZ/EZ werden mit zunehmendem Alter kleiner. Von den meisten Kindern erhielten wir mindestens 1 nicht deformierte FVK mit einem Quotienten VZ/KZ zwischen 1,0 und 1,5. Nur von 2 unruhigen Kindern, bei denen wir lediglich je 2 FVK anfertigten, bekamen wir keine normal geformte FVK mit einem Quotienten VZ/KZ unter 1,8.

Bei Kindern unter 2 bis 3 Jahren sind die Temporalvenen für die Farbstoffinjektion besser geeignet als die Cubital- oder die Handrückenvenen.

Nach der intravenösen Injektion von Methylenblau beobachteten wir eine kurzfristige Verringerung der Herzfrequenz.

Wir bemühten uns, die Kinder zu beruhigen, mußten den Farbstoffverdünnungstest jedoch oft bei starker körperlicher und seelischer Erregung durchführen. Dadurch kommt es bei Kindern häufiger als bei Erwachsenen zu Störungen des peripheren Farbstoffabflusses. Mit der von uns angewandten Technik und Auswertung konnten wir aber auch bei Säuglingen reproduzierbare Werte erzielen.

Erklärung der Abkürzungen:

FVM = Farbstoffverdünnungsmethode

FVK = Farbstoffverdünnungskurve

EZ = Erscheinungszeit

KZ = Konzentrationszeit

VZ = Verdünnungszeit

K/P = Körpergröße/Pulsfrequenz

Zusammenstellung aller FVK in Tabellen

Erklärung der Abkürzungen:

K/P: Körpergröße/Pulsfrequenz. Inj.-Ort: Injektionsort;
C = Cubitalvene, H = Handrückenvene, T = Temporalvene.
Prom.: Promethazin; "ja" beziehungsweise "nein" = der
Säugling hat vor der Untersuchung Promethazin bekommen
beziehungsweise nicht bekommen. r.S.: respiratorische
Schwankungen; "mit" beziehungsweise "ohne" = FVK mit
beziehungsweise ohne respiratorische Schwankungen.

Beschl.: FVK mit Beschleunigung des Farb-
stoffabflusses; H.A. = die Beschleunigung
erfolgte durch Hochheben des Armes, r.H.
= durch reaktive Hyperämie, NaCl = durch
Nachinjizieren von physiologischer Koch-
salzlösung.

EZ, KZ und VZ sind in Sekunden angegeben

Nummer der FVK	Name	Alter in Monaten	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	Prom.	r.S.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
1a	F.T.	1	50	220	0,23	T	ja	mit	4,3	deformierte FVK				
b				200	0,25	T	ja	ohne	2,8	3,1	4,9	1,6	1,1	1,8
c				160	0,31	T	ja	ohne	3,0	3,1	5,5	1,8	1,0	1,8
2a	F.K.	1	50	220	0,23	T	ja	mit	4,2	3,3	5,0	1,5	0,8	1,2
b				220	0,23	T	ja	ohne	3,2	3,0	4,9	1,6	0,9	1,5
3a	K.S.	1	52	200	0,26	T	ja	mit	3,3	3,0	5,0	1,7	0,9	1,5
b				160	0,33	T	ja	ohne	3,4	3,3	5,5	1,7	1,0	1,6
c				190	0,27	T	ja	mit	3,5	3,1	4,3	1,4	0,9	1,2
d				190	0,27	T	ja	mit	3,5	deformierte FVK				
e				190	0,27	T	ja	mit	3,3	3,4	4,7	1,4	1,0	1,4
4a				190	0,27	T	ja	ohne	3,0	2,5	3,8	1,5	0,8	1,3
b				190	0,27	T	ja	ohne	3,0	2,7	4,0	1,5	0,9	1,3
c				190	0,27	T	ja	ohne	3,4	2,8	4,1	1,5	0,8	1,2
d				190	0,27	T	ja	mit	3,6	3,0	4,0	1,3	0,8	1,1
e				190	0,27	T	ja	mit	3,4	deformierte FVK				
f				190	0,27	T	ja	ohne	3,3	2,9	4,1	1,4	0,9	1,2
g				170	0,31	T	ja	mit	3,3	3,2	6,1	1,9	1,0	1,9
5a	C.N.	1	47	200	0,24	T	ja	mit	2,5	deformierte FVK				
b				200	0,24	T	ja	mit	2,3	3,0	6,5	2,2	1,3	2,8
c				200	0,24	T	ja	ohne	2,7	2,9	7,4	2,6	1,1	2,7
d				200	0,24	T	ja	mit	2,7	deformierte FVK				
e				200	0,24	T	ja	mit	2,6	3,2	6,4	2,0	1,2	2,5
f				200	0,24	T	ja	ohne	2,6	3,5	5,9	1,7	1,3	2,3
6a	C.H.	1	53	200	0,27	T	nein	mit	5,5	3,6	6,2	1,7	0,7	1,1
b				210	0,25	T	nein	ohne	3,3	3,2	5,6	1,8	1,0	1,7
c				170	0,31	T	nein	ohne	3,3	3,4	5,9	1,7	1,0	1,8
d				160	0,33	T	nein	ohne	3,4	3,6	6,4	1,8	1,1	1,9
e				160	0,33	T	nein	ohne	3,6	3,6	6,2	1,7	1,0	1,7
7a				200	0,27	T	ja	mit	3,1	3,1	7,7	2,5	1,0	2,5
b				200	0,27	T	ja	mit	3,2	3,3	7,5	2,3	1,0	2,3
c				200	0,27	T	ja	mit	3,2	3,4	7,8	2,3	1,1	2,4
8a	M.P.	3	64	135	0,47	T	ja	ohne	3,6	2,7	3,8	1,4	0,8	1,1
b				170	0,38	T	ja	mit	3,1	2,8	4,5	1,6	0,9	1,5
c				160	0,40	T	ja	ohne	3,4	2,8	4,2	1,5	0,8	1,2
d				170	0,38	T	ja	ohne	3,3	2,4	3,5	1,5	0,7	1,1
9a				160	0,40	T	ja	mit	4,0	3,1	6,0	1,9	0,8	1,5
b				140	0,46	T	ja	ohne	3,4	3,2	4,9	1,5	0,9	1,4
c				125	0,51	T	ja	ohne	3,7	2,9	4,9	1,7	0,8	1,3
10a	J.K.	3	54	230	0,24	T	nein	mit	3,8	3,6	7,0	1,9	0,9	1,8
b				220	0,25	T	nein	mit	3,3	2,8	5,5	2,0	0,8	1,7
c				220	0,25	T	nein	mit	3,3	3,6	5,4	1,5	1,1	1,6

Nummer der FVK	Name	Alter in Monaten	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	Prom.	r.S.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
11a	J.E.	3	53	200	0,27	T	ja	ohne	3,2	3,1	4,6	1,5	1,0	1,4
b				200	0,27	T	ja	mit	3,0	2,7	3,7	1,4	0,9	1,2
c				200	0,27	T	ja	ohne	3,0	2,7	4,1	1,5	0,9	1,4
12a				200	0,27	T	ja	mit	5,3	deformierte FVK				
b				200	0,27	T	ja	mit	5,1	2,4	5,7	2,4	0,5	1,1
c				200	0,27	T	ja	mit	3,1	3,3	4,0	1,2	0,9	1,1
13a	B.B.	3	54	210	0,26	T	ja	mit	3,6	3,3	4,3	1,3	0,9	1,2
b				210	0,26	T	ja	mit	3,6	3,6	5,1	1,4	1,0	1,4
c				210	0,26	T	ja	mit	3,7	3,7	6,1	1,6	1,0	1,6
14a	M.K.	3	55	200	0,28	T	ja	ohne	3,3	deformierte FVK				
b				200	0,28	T	ja	mit	2,9	4,2	4,9	1,2	1,4	1,7
c				200	0,28	T	ja	mit	4,2	3,5	4,9	1,4	0,8	1,2
d				220	0,25	T	ja	mit	3,8	3,8	9,3	2,5	1,0	2,5
e				220	0,25	T	ja	mit	2,9	4,4	6,1	1,4	1,5	2,1
f				220	0,25	T	ja	mit	4,4	3,1	6,4	2,1	0,7	1,5
15a	L.N.	3	58	150	0,39	T	ja	ohne	3,6	3,1	4,8	1,5	0,9	1,3
b				160	0,36	T	ja	mit	4,1	deformierte FVK				
16a	T.B.	3	54	150	0,36	T	ja	ohne	2,9	2,9	4,2	1,4	1,0	1,4
b				150	0,36	T	ja	ohne	3,0	3,0	4,2	1,4	1,0	1,4
c				150	0,36	T	ja	ohne	3,1	3,7	6,6	1,8	1,2	2,1
d				150	0,36	T	ja	ohne	2,7	3,0	4,7	1,6	1,1	1,7
17a				200	0,27	T	ja	mit	3,3	3,0	3,7	1,2	0,9	1,1
b				170	0,32	T	ja	ohne	3,1	2,9	3,6	1,2	0,9	1,2
c				170	0,32	T	ja	mit	3,5	deformierte FVK				
d				170	0,32	T	ja	ohne	2,8	2,7	3,5	1,3	1,0	1,3
18a	I.S.	5	59	210	0,28	T	nein	mit	3,2	3,8	6,3	1,7	1,2	2,0
b				190	0,31	T	nein	mit	2,8	3,1	5,8	1,9	1,1	2,1
c				190	0,31	T	nein	ohne	2,8	3,3	6,7	2,0	1,2	2,4
d				210	0,28	T	nein	mit	2,4	2,8	6,1	2,2	1,2	2,5
19				200	0,30	T	ja	mit	3,7	2,5	5,2	2,1	0,7	1,4
20a	D.K.	5	73	210	0,35	T	ja	mit	3,6	3,0	3,7	1,2	0,8	1,0
b				215	0,34	T	ja	mit	4,2	2,7	3,8	1,4	0,6	0,9
c				220	0,33	T	ja	mit	3,2	2,5	3,2	1,3	0,8	1,0
d				220	0,33	T	ja	mit	3,6	2,9	4,0	1,4	0,8	1,1
21a	J.S.	6	65	180	0,36	T	ja	mit	5,9	deformierte FVK				
b				140	0,46	T	ja	ohne	3,3	2,9	4,3	1,5	0,9	1,5
c				110	0,59	T	ja	mit	4,1	3,8	6,3	1,7	0,9	1,5
d				140	0,46	T	ja	mit	4,1	3,2	4,7	1,5	0,8	1,1
e				130	0,50	T	ja	ohne	4,0	3,3	4,9	1,5	0,8	1,2
f				115	0,57	T	ja	ohne	4,3	3,6	5,2	1,5	0,8	1,2
22a	S.L.	6	63	180	0,35	T	nein	mit	2,8	3,3	4,5	1,4	1,2	1,6
b				180	0,35	T	nein	mit	2,5	deformierte FVK				
23a	E.K.	7	57	200	0,29	T	ja	mit	2,7	deformierte FVK				
b				200	0,29	T	ja	mit	2,8	2,7	4,2	1,6	1,0	1,5
c				200	0,29	T	ja	mit	2,9	2,6	4,1	1,6	0,9	1,4
d				200	0,29	T	ja	mit	2,8	deformierte FVK				
24a	H.K.	7	66	180	0,37	T	ja	mit	3,5	3,0	3,7	1,2	0,9	1,1
b				180	0,37	T	ja	mit	3,1	3,4	3,6	1,1	1,1	1,2
c				180	0,37	T	ja	mit	2,9	3,1	4,5	1,4	1,1	1,5
25a	U.K.	7	66	200	0,33	T	nein	mit	4,4	2,5	4,1	1,6	0,6	0,9
b				200	0,33	T	nein	mit	4,1	2,5	3,8	1,5	0,6	0,9
c				200	0,33	T	nein	mit	3,6	3,0	3,5	1,2	0,8	1,0
d				200	0,33	T	nein	mit	3,0	2,4	3,8	1,6	0,8	1,3
e				200	0,33	T	nein	mit	2,6	2,6	3,4	1,3	1,0	1,5

Nummer der FVK	Name	Alter in Monaten	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	Prom.	r.S.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
26a				200	0,33	C	nein	mit	5,0	deformierte FVK				
b				200	0,33	C	nein	mit	3,4	deformierte FVK				
c				200	0,33	C	nein	mit	3,4	deformierte FVK				
d				200	0,33	C	nein	mit	5,0	3,0	3,8	1,3	0,6	0,8
27a				220	0,30	H	nein	mit	5,2	deformierte FVK				
b				220	0,30	H	nein	mit	4,1	2,9	3,2	1,1	0,7	0,8
28a	S.B.	8	65	115	0,57	T	nein	ohne	4,4	3,7	5,3	1,4	0,8	1,2
b				115	0,57	T	nein	mit	4,0	deformierte FVK				
c				120	0,54	T	nein	ohne	4,0	3,1	4,6	1,5	0,8	1,2
29a	H.K.	8	71	200	0,36	T	ja	mit	5,3	deformierte FVK				
b				200	0,36	T	ja	mit	5,4	deformierte FVK				
c				200	0,36	T	ja	mit	5,0	deformierte FVK				
d				200	0,36	T	ja	mit	4,6	deformierte FVK				
30a				200	0,36	T	ja	mit	3,3	3,0	4,0	1,3	0,9	1,2
b				200	0,36	T	ja	mit	2,6	3,0	4,5	1,5	1,2	1,7
31a	U.H.	8	70	220	0,32	T	nein	mit	2,8	2,9	4,5	1,6	1,0	1,6
b				220	0,32	T	nein	mit	3,6	3,2	4,7	1,5	0,9	1,3
32				180	0,39	H	nein	mit	4,8	5,1	6,0	1,2	1,1	1,3
33a	T.P.	8	68	155	0,44	ja	ohne	ohne	3,7	2,7	4,0	1,5	0,7	1,1
b				140	0,49	T	ja	ohne	3,4	3,3	4,4	1,3	1,0	1,3
c				130	0,52	T	ja	ohne	3,6	3,1	4,5	1,5	0,9	1,3
34a				180	0,38	C	nein	mit	5,0	2,7	5,0	1,9	0,5	1,0
b				160	0,43	C	nein	ohne	4,0	3,3	4,0	1,2	0,8	1,0
c				150	0,45	C	nein	ohne	3,9	4,3	4,5	1,0	1,1	1,2
d				180	0,38	C	nein	mit	3,5	deformierte FVK				
35a				180	0,38	H	nein	mit	6,0	deformierte FVK				
b				200	0,34	H	nein	mit	5,1	2,8	4,5	1,6	0,6	0,9
c				200	0,34	H	nein	mit	5,0	3,7	5,1	1,4	0,7	1,0
d				200	0,34	H	nein	mit	4,8	2,7	4,3	1,6	0,6	0,9
36a	N.H.	8	64	160	0,40	T	nein	ohne	3,1	2,8	3,7	1,3	0,9	1,2
b				150	0,43	T	nein	ohne	3,1	2,8	3,9	1,4	0,9	1,3
c				150	0,43	T	nein	ohne	3,1	2,8	3,8	1,4	0,9	1,2
37a	M.K.	8	69	190	0,36	T	ja	mit	4,8	deformierte FVK				
b				190	0,36	T	ja	mit	4,7	2,8	5,1	1,8	0,6	1,1
38a	O.T.	9	78	180	0,43	H	nein	mit	4,7	3,9	4,7	1,2	0,8	1,0
b				180	0,43	H	nein	mit	4,4	3,8	5,0	1,5	0,9	1,3
39a	S.K.	10	75	220	0,34	T	ja	mit	4,2	3,1	4,6	1,5	0,7	1,1
b				220	0,34	T	ja	mit	3,8	3,0	4,2	1,4	0,8	1,1

Nnummer der FVK	Name	Alter in Jahren	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	r.S.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
40a	N.C.	1	83	165	0,50	T	mit	4,0	3,0	3,8	1,3	0,8	1,0
b				170	0,49	T	mit	4,0	2,8	3,7	1,3	0,7	0,9
c				160	0,52	T	mit	3,3	3,1	4,2	1,4	0,9	1,3
d				160	0,52	T	mit	4,1	2,8	3,9	1,4	0,7	1,0
e				175	0,47	T	mit	3,1	3,4	3,6	1,1	1,1	1,2
f				180	0,46	T	mit	4,1	2,5	3,7	1,5	0,6	0,9
41a	A.S.	1	77	210	0,37	T	mit	4,8	3,6	5,5	1,5	0,8	1,1
b				200	0,39	T	mit	3,9	3,1	4,2	1,4	0,8	1,1
c				210	0,37	T	mit	4,5	3,5	4,4	1,3	0,8	1,0
d				210	0,37	T	mit	3,7	3,0	4,2	1,4	0,8	1,1

Nummer der FVK	Name	Alter in Jahren	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	r.S.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
42a				200	0,39	C	mit	4,8	2,8	4,1	1,5	0,6	0,9
b				200	0,39	C	mit	3,5	3,8	5,2	1,4	1,1	1,5
c				200	0,39	C	mit	3,7	4,0	5,4	1,4	1,1	1,5
43a				170	0,45	H	mit	9,1	3,4	6,4	1,9	0,4	0,7
b				200	0,39	H	mit	5,5	deformierte FVK				
44a	M.B.	1	75	200	0,38	H	mit	5,6	deformierte FVK				
b				200	0,38	H	mit	5,5	deformierte FVK				
45a	T.W.	1	79	180	0,44	T	ohne	3,4	3,0	4,1	1,4	0,9	1,2
b				180	0,44	T	mit	3,2	deformierte FVK				
46	C.S.	1	76	200	0,38	H	mit	5,4	4,2	4,6	1,1	0,8	0,9
47a	D.G.	2	91	140	0,65	C	mit	3,9	deformierte FVK				
b				140	0,65	C	mit	5,0	deformierte FVK				
c				160	0,57	C	mit	5,1	deformierte FVK				
48				180	0,51	T	mit	5,0	3,4	4,6	1,4	0,7	0,9
49a	A.B.	2	86	165	0,52	T	mit	3,4	3,2	3,8	1,2	0,9	1,1
b				155	0,56	T	mit	4,1	3,1	4,1	1,3	0,8	1,0
50a	G.S.	2	93	160	0,58	C	mit	5,0	2,9	3,7	1,3	0,6	0,7
b				135	0,69	C	ohne	4,7	3,4	4,5	1,3	0,7	1,0
c				135	0,69	C	ohne	3,7	3,3	4,4	1,3	0,9	1,2
51	M.Z.	2	78	180	0,43	T	mit	3,0	3,4	5,2	1,5	1,1	1,7
52a	A.N.	2	89	200	0,45	T	mit	4,0	3,1	5,3	1,7	0,8	1,3
b				190	0,47	T	mit	4,1	3,2	5,3	1,7	0,8	1,3
c				200	0,45	T	mit	3,5	2,6	5,1	2,0	0,7	1,5
53a	R.S.	3	94	200	0,47	H	mit	7,7	deformierte FVK				
b				170	0,55	H	mit	6,7	3,8	4,8	1,3	0,6	0,7
54a	S.W.	4	103	150	0,69	C	mit	5,4	deformierte FVK				
b				140	0,74	C	mit	4,8	deformierte FVK				
c				140	0,74	C	mit	6,4	3,9	6,8	1,7	0,6	1,1
d				140	0,74	C	mit	4,9	deformierte FVK				
55a	M.P.	4	106	90	1,18	C	ohne	5,6	4,9	6,9	1,4	0,9	1,2
b				90	1,18	C	ohne	4,8	3,2	4,8	1,5	0,7	1,0
c				90	1,18	C	ohne	5,1	4,2	6,3	1,5	0,8	1,2
56a	P.G.	4	98	75	1,30	C	ohne	8,0	3,9	7,9	2,0	0,5	1,0
b				70	1,40	C	ohne	7,0	4,3	5,9	1,4	0,6	0,8
c				75	1,30	C	ohne	7,0	4,8	6,5	1,4	0,7	0,9
d				75	1,30	C	ohne	6,4	5,0	7,2	1,4	0,8	1,1
e				80	1,22	C	ohne	6,5	4,9	6,3	1,3	0,8	1,0
Nummer der FVK	Name	Alter in Jahren	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	Beschl.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
57a	J.R.	5	109	100	1,09	C	-	6,0	4,9	5,6	1,1	0,8	0,9
b				100	1,09	C	-	7,6	deformierte FVK				
58a	U.E.	6	122	105	1,16	C	-	5,3	4,4	7,8	1,8	0,8	1,5
b				100	1,22	C	-	5,7	4,2	6,0	1,4	0,7	1,1
c				110	1,11	C	H.A.	5,3	3,6	5,1	1,4	0,7	1,0
d				100	1,22	C	H.A.	5,3	3,6	5,3	1,5	0,7	1,0
e				100	1,22	C	r.H.	5,0	3,6	4,5	1,3	0,7	0,9
f				100	1,22	C	r.H.	5,1	3,8	4,5	1,2	0,7	0,9
59a	A.K.	6	122	105	1,16	C	-	5,7	3,4	7,1	2,1	0,6	1,2
b				95	1,28	C	-	5,6	4,9	9,0	1,8	0,9	1,6
c				85	1,44	C	r.H.	6,1	3,8	5,6	1,5	0,6	0,9
d				85	1,44	C	r.H.	6,2	4,2	6,3	1,5	0,7	1,0

Nummer der FVK	Name	Alter in Jahren	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	Beschl.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
60a	S.Z.	6	119	100	1,19	C	-	6,2	3,9	5,5	1,4	0,6	0,9
b				100	1,19	C	-	6,0	4,2	5,6	1,3	0,7	0,9
61a	K.E.	7	118	90	1,31	C	-	7,4	6,1	8,4	1,4	0,8	1,1
b				95	1,24	C	H.A.	5,9	4,2	6,8	1,6	0,7	1,2
c				95	1,24	C	r.H.	5,5	4,4	5,7	1,3	0,8	1,0
62				75	1,58	C	-	7,4	5,4	9,2	1,7	0,7	1,2
63a	N.M.	7	128	95	1,35	C	-	7,1	4,5	8,3	1,8	0,6	1,2
b				95	1,35	C	-	6,1	4,6	5,8	1,3	0,8	1,0
64a	E.H.	9	130	100	1,30	C	-	5,7	4,0	5,5	1,4	0,7	1,0
b				90	1,45	C	-	5,7	4,6	6,3	1,4	0,8	1,1
c				125	1,04	C	H.A.	4,2	3,6	4,3	1,2	0,9	1,0
65a	J.P.	9	133	65	2,05	C	-	7,8	5,3	9,0	1,7	0,7	1,2
b				75	1,78	C	-	8,1	5,5	7,5	1,4	0,7	0,9
c				75	1,78	C	NaCl	6,4	4,9	6,0	1,2	0,8	0,9
66a	H.F.	10	140	130	1,08	C	-	4,8	3,0	4,3	1,4	0,6	0,9
b				115	1,22	C	-	5,0	4,3	5,3	1,2	0,9	1,1
67a	S.H.	10	149	90	1,66	C	-	5,3	4,2	5,8	1,4	0,8	1,1
b				90	1,66	C	-	5,5	4,2	5,9	1,4	0,8	1,1
68a	B.H.	10	130	100	1,30	C	-	5,3	5,0	5,7	1,1	0,9	1,1
b				95	1,37	C	-	5,6	4,3	6,4	1,5	0,8	1,1
69a	B.S.	11	143	120	1,19	C	-	6,0	4,2	6,3	1,5	0,7	1,1
b				120	1,19	C	-	5,0	4,7	5,8	1,2	0,9	1,2
70a	K.W.	11	141	105	1,34	C	-	5,1	4,2	5,6	1,3	0,8	1,1
b				95	1,48	C	-	5,3	4,8	5,2	1,1	0,9	1,0
c				80	1,76	C	-	5,9	5,0	5,4	1,1	0,8	0,9
d				85	1,66	C	-	5,7	3,6	4,8	1,3	0,6	0,8
71a	F.P.	11	153	90	1,70	C	-	8,5	deformierte FVK				
b				100	1,53	C	H.A.	6,7	3,8	4,8	1,3	0,6	0,7
c				100	1,53	C	H.A.	7,0	3,5	4,5	1,3	0,5	0,6
d				100	1,53	C	H.A.	6,8	3,7	4,8	1,3	0,5	0,7
e				95	1,61	C	r.H.	7,1	3,4	4,6	1,4	0,5	0,6
f				95	1,61	C	r.H.	6,6	3,9	4,8	1,2	0,6	0,7
72	K.S.	11	133	85	1,56	C	-	8,5	4,6	5,5	1,2	0,5	0,6
73a				85	1,56	C	-	8,3	deformierte FVK				
b				85	1,56	C	-	8,8	5,9	8,7	1,5	0,7	1,0
c				85	1,56	C	-	7,0	5,6	8,2	1,5	0,8	1,2
74a	E.B.	11	144	120	1,20	C	-	7,4	4,8	6,9	1,4	0,6	0,9
b				110	1,31	C	-	6,8	5,6	7,0	1,3	0,8	1,0
c				105	1,37	C	NaCl	7,5	4,2	5,5	1,3	0,6	0,7
d				105	1,37	C	NaCl	7,3	4,2	5,9	1,4	0,6	0,8
75a	H.H.	13	172	85	2,02	C	-	7,6	6,2	8,4	1,4	0,8	1,1
b				85	2,02	C	-	8,8	5,9	8,9	1,5	0,7	1,0
c				75	2,30	C	-	8,7	6,9	10,2	1,5	0,8	1,2
d				90	1,91	C	r.H.	6,5	5,0	5,7	1,1	0,8	0,9
e				90	1,91	C	r.H.	6,5	4,9	5,8	1,2	0,8	0,9
76a	H.M.	13	167	105	1,59	C	-	6,4	4,0	5,1	1,3	0,6	0,8
b				95	1,76	C	-	6,2	4,2	5,6	1,3	0,7	0,9
c				100	1,67	C	-	5,7	4,0	5,9	1,5	0,7	1,0
77a	C.M.	13	159	55	2,89	C	-	9,8	deformierte FVK				
b				60	2,65	C	-	9,8	5,6	7,7	1,4	0,6	0,8
78a	E.W.	14	167	115	1,45	C	-	11,0	6,6	8,0	1,2	0,6	0,7
b				95	1,76	C	-	10,8	deformierte FVK				
c				110	1,52	C	H.A.	7,8	4,2	6,1	1,5	0,5	0,8
d				100	1,67	C	H.A.	8,4	5,2	6,1	1,2	0,6	0,7
e				95	1,76	C	r.H.	7,6	4,4	5,3	1,2	0,6	0,7

Nummer der FVK	Name	Alter in Jahren	Größe in cm	Puls /Min.	K/P	Inj.- Ort	Beschl.	EZ	KZ	VZ	VZ/KZ	KZ/EZ	VZ/EZ
79a	H.W.	15	175	65	2,70	C	-	16,8	deformierte FVK				
b				75	2,33	C	H.A.	8,0	5,2	6,6	1,3	0,7	0,8
c				75	2,33	C	r.H.	8,7	4,9	6,2	1,3	0,6	0,7
80a	H.D.	16	161	120	1,34	C	-	7,4	deformierte FVK				
b				120	1,34	C	-	5,8	4,1	4,1	1,0	0,7	0,7

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Apitz, J.: "Farbstoffverdünnungskurven in der Diagnostik angeborener Herzfehler." Arch.Kinderhk. 171, 147 (1964)
- 2) Apitz, J.,
A.J.Beuren: "Farbstoffverdünnungsuntersuchungen im Kindesalter bei peripherer Injektion des Indikators." Arch.Kreislaufforschg. 48, 37 (1965)
- 3) Bachmann, K.: "Über die Blutströmung im arteriellen und venösen Kreislauf." Arch.Kreislaufforschg. 33, 225 (1960)
- 4) Bachmann, K.: "Die Differentialdiagnose von Mitralklappenfehlern mit photoelektrischen Meßmethoden." Z.Kreislaufforschg. 51, 884 (1962)
- 5) Bachmann, K.,
K.Heckel,
M.Griese: "Die periphere Farbstoffinjektion und ihre extrakardiale Beeinflussung." Z.Kreislaufforschg. 50, 529 (1961)
- 6) Bär, C.G.: "Die Bedeutung unblutiger photoelektrischer Meßmethoden für die Herz- und Kreislaufdiagnostik." Arch.Kreislaufforschg. 31, 18 (1959)
- 7) Bär, C.G.,
K.Bachmann: "Die Differentialdiagnose der Mitralklappenfehler mit Farbstoffverdünnungskurven." Z.Kreislaufforschg. 48, 381 (1959)
- 8) Bender, F.: "Diagnose und Differentialdiagnose von Links-Rechts-Shunts mit Farbstoffverdünnungskurven bei peripherer Injektionstechnik." Z.Kreislaufforschg. 53, 264 (1964)
- 9) Bender, F.,
F.Hilgenberg,
G.Junge-Hülsing: "Fortlaufend registrierte Farbstoffverdünnungskurven bei erworbenen und angeborenen Herzfehlern." Z.Kreislaufforschg. 46, 845 (1957)
- 10) Bender, F.,
F.Hilgenberg,
G.Junge-Hülsing,
G.Menkhaus,
E.Schürmeyer: "Zur diagnostischen Auswertung von Farbstoffkurven bei angeborenen Herzfehlern mit Links-Rechts-Shunt unter Verwendung von Methylenblau." Z.Kreislaufforschg. 48, 402 (1959)
- 11) Bender, F.,
F.Koch: "Reaktive Hyperämie als Mittel zur Verbesserung der Indikatorverdünnungsmethode in der Diagnostik von Rechts-Links-Shunts." Z.Kreislaufforschg. 49, 129 (1960)
- 12) Bickelmann, A.G.,
E.J.Lippschutz,
L.Weinstein: "The Response of Normal and Abnormal Heart to Exercise." Circulation 28, 238 (1963)

- 13) Börner, W., J.Schröder, O.Seufert: "Zur Frage der Abhängigkeit der Kreislaufzeit von Körperlänge und Geschlecht." Z.Kreislaufforschg. 49, 387 (1960)
- 14) Bousvaros, G.A., W.H.Palmer, P.Sekelj, M.McGregor: "Comparison of central and peripheral injection sites in the Estimation of cardiac output by Dye-Dilution Curves." Circulat.Res. 12, 317 (1963)
- 15) Broadbent, J.C., E.H.Wood: "Indicator-Dilution Curves in Acyanotic Congenital Heart Disease." Circulation 9, 890 (1954)
- 16) Carter, S.A., H.J.C.Swan, E.H.Wood: "Time and Concentration Components of Indicator-Dilution Curves Recorded Following Central Injections of Dye in Normal Human Subjects." Circulation 19, 430 (1959)
- 17) Chapman, C.B., R.S.Fraser: "Studies on the Effect of Exercise on Cardiovascular Function." Circulation 9, 57 (1954)
- 18) Forster, G., K.Lottenbach: "Oxymetrische Bestimmung der Kreislaufzeit." Cardiologia 23, 181 (1953)
- 19) Freudenberg, K.: "Grundriß der medizinischen Statistik." Verlag Schattauer, Stuttgart 1962
- 20) Heck, W.: in "Entwicklungsphysiologie des Kindes" von H.Wiesener, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964
- 21) Hegglin, R.: "Die klinische Bedeutung der Kreislaufzeiten." Schweiz.med.Wschr. 91, 933 (1961)
- 22) Hegglin, R., W.Rutishauser, G.Kaufmann, E.Lüthy, H.Scheu: "Kreislaufdiagnostik mit der Farbstoffverdünnungsmethode." Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1962
- 23) Hegglin, R., W.Wiesmann: "Untersuchungen über das Verhalten von oxymetrisch festgestellten Kreislaufzeiten." Cardiologia 31, 109 (1957)
- 24) Hilgenberg, F., F.J.Baum: "Zur Diagnostik kindlicher Herzfehler mit Hilfe der Farbstoffmethode." Mschr.Kinderheilk. 110, 537 (1962)
- 25) Hilger, H.H., D.Behrenbeck, A.Schaede: "Ohroxymetrische und farbphotometrische Untersuchungsergebnisse bei den Klappenfehlern des Herzens." Arch.Kreislaufforschg. 36, 77 (1961)
- 26) Hubbard, T.F.: "The Dye Dilution Curve in the Evaluation of Mitral Insufficiency." J.Lab.clin.Med. 51, 835 (1958)

- 27) Isler, U.: "Zur Formdeutung von Farbstoffverdünnungskurven bei Mitralklappenfehlern." Oxymetrie, 1. Bremer Kolloquium, Stuttgart 1960, Georg Thieme Verlag
- 28) Isler, U., R.Hegglin: "Farbstoff-Verdünnungskurven bei Herzklappenfehlern." Cardiologia 33, 69 (1958)
- 29) Kamarás, J., Gy.Simon: "Die Zeitwerte der oxymetrisch registrierten Farbstoffverdünnungskurven von 4-14jährigen gesunden Kindern." Acta paediat.hung. 3, 285 (1962)
- 30) Kaufmann, G., W.Rutishauser, E.Lüthy, R.Hegglin, R.Hegglin: "Über die diagnostische Bedeutung von Farbstoffkurven." Kreislaufmessungen, 2. Freiburger Kolloquium, München 1960, Verlag Banaschewski
- 31) Lüthy, E., W.Rutishauser, R.Hegglin, M.Hegglin: "Über die praktische Bewertung von mit der Ohreinheit (Atlas) registrierten Farbstoffverdünnungskurven." Oxymetrie, 1. Bremer Kolloquium, Stuttgart 1960, Georg Thieme Verlag
- 32) Nicholson, J.W., H.B.Burchell, E.H.Wood: "A Method for the continuous recording of Evans Blue Dye Curves in arterial blood, and its application to the diagnosis of cardiovascular abnormalities." J.Lab.clin.Med. 37, 353 (1951)
- 33) Rutishauser, W., E.Lüthy: "Farbstoffverdünnungskurven zur Bestimmung von Kreislaufgrößen und Klappeninsuffizienzen." Schweiz.med.Wschr. 92, 585 (1962)
- 34) Rutishauser, W., E.Lüthy, G.Kaufmann, R.Hegglin: "Zur Differentialdiagnose der Mitralklappenfehlern mit Hilfe der Indikatorverdünnung." Cardiologia 40, 139 (1962)
- 35) Schneider, K.W., H.Hochrein: "Die Anwendung von Farbstoffverdünnungskurven zur Erfassung verschiedener hämodynamischer Größen." Arch.Kreislaufforschg. 39, 21 (1962)
- 36) Strano, A., A.Dagianti, M.Condorelli, C.Polosa, G.Giuliano: "Farbstoffverdünnungskurven in der Congenitalen Cardiopathie." Oxymetrie, 1. Bremer Kolloquium, Stuttgart 1960, Georg Thieme Verlag
- 37) Wiederhielm, C.A., R.A.Bruce: "Diagnosis of central shunts from abnormalities of peripheral dye dilution curves." Amer.Heart J. 54, 205 (1957)
- 38) Wülser, U.: "Über Kreislaufmessungen bei Normalen mit der Farbstoffmethode." Z.Kreislaufforschg. 51, 1079 (1962)

Mein besonderer Dank gilt

meinem verehrten Doktorvater, Herrn Prof.Dr. H.Wiesener für die Stellung des Themas und die freundliche Unterstützung und Anleitung,

Herrn Prof.Dr.Dr. K.Freudenberg und Herrn Privatdozent Dr. H.Schmutzler für ihre Beratung und wertvollen Hinweise, sowie

Herrn Dr. A.-P.Asafo-Agyei und Fräulein I.Bredereck für ihre Mitarbeit bei der Durchführung der Untersuchungen.

Lebenslauf

Am 30. Oktober 1936 wurde ich als Sohn des Ingenieurs Paul Laucken und seiner Frau Elsa in Berlin-Charlottenburg geboren.

In den Jahren 1942 bis 1949 besuchte ich an verschiedenen Orten erst die deutsche und nach 1945 die tschechische Volksschule. Anfang 1950 trat ich in die 3. Klasse des Städtischen Realgymnasiums in Bad Neustadt/Saale ein und legte dort im Sommer 1956 die Reifeprüfung ab.

Nach dem Abitur studierte ich zunächst an der TU Berlin 4 Semester Elektrotechnik. Im Wintersemester 1958/59 immatrikulierte ich mich an der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg und bestand dort im April 1961 die ärztliche Vorprüfung. Vom 2. klinischen Semester an studierte ich an der FU Berlin und beendete hier das Studium am 14. September 1965 mit dem Staatsexamen.

Danach arbeitete ich als Medizinalassistent 4 Monate auf der chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Moabit und 10 Monate auf der inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Hohengatow. Zur Zeit bin ich auf der geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Spandau beschäftigt.

Die Untersuchungen zu der vorliegenden Arbeit wurden seit dem Jahre 1963 an der Städtischen Kinderklinik Charlottenburg durchgeführt.

